5/84
34. Jahrgang
Juli 1984
S. 97–120
Verlagspostamt
Berlin
Heftpreis 2,20 M
VEB VERLAG
FÜR BAUWE-
SEN
BERLIN



Dokumentation

Die weiteren Aufgaben zur Intensivierung der Abwasser- und Schlammbehandlung
Weigl, P. J. – In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. –
Berlin **34** (1984) 5, S. 99
Ausgehend von der „Direktive zur rationellen Wasserverwendung“, wird im einzelnen dargelegt, wie der Wasserbedarf und die Wasserverluste weiter zu senken sind, wie die Abwasserlast in den Gewässern künftig zu reduzieren ist und wie verstärkt Wertstoffe zurückgewonnen werden sollen. Der Schwerpunkt liegt dabei in konkreten Intensivierungsmaßnahmen auf dem Gebiet der Abwasserbehandlung sowie der Schlammbehandlung.

Probleme der Abwasserschlammbehandlung – Betriebserfahrungen mit der Eindickung von Frischschlamm
Ostermann, G. – In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. –
Berlin **34** (1984) 5, S. 102
Ausgehend von einer kritischen Einschätzung des Standes und der betrieblichen Schwierigkeiten der Abwasserschlammbehandlung, werden die vordringlichen wissenschaftlich-technischen Aufgaben für mittlere und größere Kläranlagen abgeleitet. Anschließend wird der zweijährige Betrieb der ersten Rundeindicker mit Stabrührwerken zur Frischschlammeindickung in der Kläranlage Berlin-Falkenberg ausgewertet.

Neueste Ergebnisse über die Tiefstrombelüftungsanlage in Rovno (UdSSR)
Sinjew, O. P.; Hettler, V. – In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. –
Berlin **34** (1984) 5, S. 104
Am Ukrainischen Institut für Ingenieure der Wasserwirtschaft wurde die erste Etappe weiterführender Untersuchungen verschiedener Konstruktions- und Technologievarianten bei der Abwasserbehandlung abgeschlossen. Darüber berichten die Autoren. Die Versuchsanlage in Rovno ist erstmalig mit einigen völlig neuen Verfahrens- und Konstruktionselementen errichtet worden, wie Zirkulation des Reaktionsgemisches mit Hilfe einer Pumpe, Lufteintrag mittels Venturi, Stofftrennung in vertikaldurchflossenen Flotations-Absetzbecken u. a.

Zur Wirkungsweise der ab 1. Januar 1984 geltenden neuen Wassernutzungsentgelte und Industriepreise der Wasserwirtschaft
Schulze, H. – In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. –
Berlin **34** (1984) 5, S. 114
Im Beitrag wird die neue Preisregelung für die Entnahme von Oberflächen- und Grundwasser sowie für Trink- und Betriebswasser und die Ableitung von Abwasser in Abwasseranlagen behandelt. Der Autor erläutert den Zusammenhang zwischen den neuen Entgelten und Preisen und der ökonomischen Stimulierung der rationellen Wasserverwendung.

Biogas aus kleinen Anlagen
Voigtländer, G.; Fischer, C. – In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. –
Berlin **34** (1984) 5, S. 117
Die Bedeutung des Biogases als alternative Energiequelle wird qualitativ beschrieben, wobei vor allem Nutzungsvarianten für kleine Kapazitäten diskutiert werden. Ergebnisse, die im Rahmen von Literaturrecherchen zur Biogasgewinnung und -speicherung aus kleinen Anlagen ermittelt wurden, sind bildlich dargestellt und nach ausgewählten Merkmalen bewertet worden.

Redaktionsbeirat:

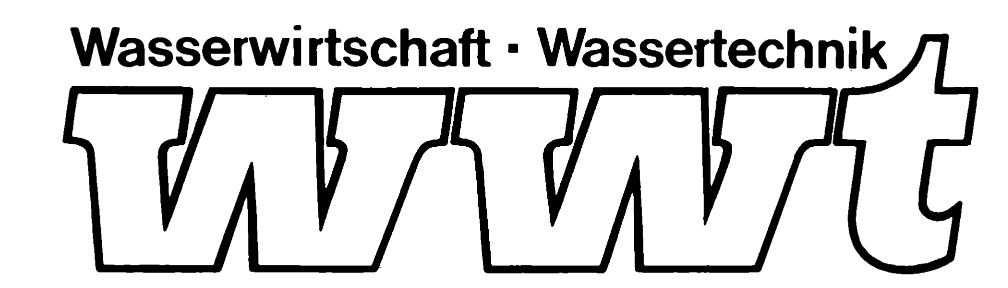
СОДЕРЖАНИЕ

CONTENU

CONTENTS



Ausgezeichnet
mit der
Ehrenplakette der KDT
in Silber



5 „Wasserwirtschaft – Wassertechnik"
Zeitschrift für Technik und Ökonomik der Wasserwirtschaft
34. Jahrgang (1984) JULI

Herausgeber:
Ministerium für Umweltschutz
und Wasserwirtschaft und
Kammer der Technik (FV Wasser)

Verlag:
VEB Verlag Bauwesen
1086 Berlin, Französiche Straße 13/14
Verlagsdirektor:
Dipl.-Ök. Siegfried Seeliger
Fernsprecher: 20410

Redaktion:
Agr.-Ing., Journ. Helga Hammer,
Verantwortliche Redakteurin

Sitz der Redaktion:
1086 Berlin, Hausvogteiplatz 12
Fernsprecher: 2 08 05 80 und 2 07 64 42

Lizenz-Nr. 1138

Presseamt beim Vorsitzenden
des Ministerrates der DDR

Satz: Druckerei „Neues Deutschland"

Druck: Druckkombinat Berlin

Gestaltung: Bärbel Jaeckel

Artikel-Nummer 29 932
Die Zeitschrift erscheint achtmal
im Jahr zum Heftpreis von 2,20 M (DDR)

Printed in G. D. R.

Die Auslandspreise sind den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes Buchexport zu entnehmen. Bestellungen nehmen entgegen: für Bezieher in der DDR sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel und der VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, für Buchhandlungen im Ausland die internationalen Buchhandlungen in den jeweiligen Ländern bzw. das Zentralantiquariat der DDR, 7010 Leipzig, Talstraße 29.

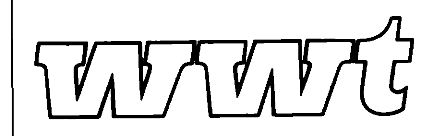
Alleinige Anzeigenverwaltung:
VEB Verlag Technik, 1020 Berlin,
Oranienburger Straße 13/14, PSF 293,
Fernruf 2 87 00

Es gilt die Anzeigenpreisliste lt. Preiskatalog
Nr. 286/1.

Inhalt

Zum Titelfoto:

Die restaurierte Maurische Moschee an der Havelbucht in Potsdam wurde 1841/43 von Ludwig Persius als Pumpwerk erbaut. Vor rund 140 Jahren brachte eine Dampfmaschine die Wasserspiele von Sanssouci in Gang. Noch heute wird von hier aus das Wasser der Havel in das Bassin auf dem Ruinenberg gepumpt und fließt von dort in die Fontänen des Parks von Sanssouci. Die alte Dampfmaschine hat allerdings ausgedient. Ihre Arbeit verrichten heute moderne Pumpen, sie bringen es auf eine stündliche Förderleistung von 500 m^3 Brauchwasser.
Foto: Wecke



Arbeit der KDT

Wissenschaftlich-technische Tagung Intensivierung der Abwasser- und Schlammbehandlung

Am 29. Februar und am 1. März 1984 veranstaltete die KDT, Fachverband Wasser und Fachausschuß Abwasser, eine wissenschaftlich-technische Tagung in Berlin, Hauptstadt der DDR. Daran nahmen Fachkollegen aus der VR Bulgarien, der ČSSR, der Ungarischen Volksrepublik und der DDR teil. Außerdem wurden wissenschaftliche Beiträge aus der UdSSR verlesen.

Nach der Begrüßung der Teilnehmer durch den Vorsitzenden des Fachverbandes, Ober-ing. Dipl.-Gewi. *Rudolf Miehlke,* legte der Stellvertreter des Ministers für Umweltschutz und Wasserwirtschaft, Dipl.-Ök. *Paul Johann Weigl,* die weiteren Aufgaben zur Intensivierung der Abwasser- und Schlammbehandlung dar (siehe Beitrag auf S. 99–102).
Außerdem werden nachstehend einige ausgewählte Beiträge veröffentlicht. Über weitere Beiträge wird kurz berichtet:

Zu den vier Themenkomplexen

- Bedarf, Aufkommen und Nutzung von Energie auf Abwasserbehandlungsanlagen
- weitergehende Abwasserbehandlung
- Probleme der Schlammbehandlung
- Schlammverwertung und -beseitigung

wurden 16 Referate vorgetragen und mit Diskussionsbeiträgen ergänzt.

Zum erstgenannten Themenkomplex legten Dr.-Ing. *Lopp,* VEB Projektierung Wasserwirtschaft, BT Erfurt, und Doz. Dr. sc. techn. *Voigtländer,* Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar, in einem gemeinsamen Referat Ansatzpunkte zur Minimierung des Energieverbrauchs, zur Gewinnung von Biogas und zur Nutzung der Anfallenergien Biogas und Eigenwärme des Abwassers dar. Daraus und unter Beachtung weiterer Referate ergeben sich folgende Schwerpunkte:

– die Senkung des Elektroenergieverbrauchs auf vorhandenen Anlagen z. B. durch Anpassung des O_2-Eintrages an den belastungsbedingten Bedarf sowie die Verbesserung der Sauerstoffertragswerte von Belüftungseinrichtungen

– die Entwicklung und Einführung neuer modifizierter Abwasser- und Schlammbehandlungsverfahren, die mit geringstem energetischem Aufwand hohe Leistungen garantieren, z. B. das A-B-Verfahren, sowie anaerobe Abwasserbehandlungsverfahren
(auf eine weitere Möglichkeit, die Tiefstrombelüftung, verwies Doz. Dr.-Ing. *Sinjew* vom Ukrainischen Institut für Ingenieure der Wasserwirtschaft in Rovno, die Nutzung dieses noch im Versuchsstadium befindlichen Verfahrens läßt eine Verbesserung des O_2-Einrages um 200 bis 300 % gegenüber herkömmlichen Belüftungseinrichtungen erwarten)

– die Entwicklung und Einführung von energie- und materialsparenden Bauwerken und Ausrüstungen, besonders zur Gewinnung von Biogas

– die effektive Nutzung der Anfallenergien Biogas und Eigenwärme des Abwassers möglichst im Inselbetrieb der Kläranlage

(dazu wurden von Dr.-Ing. *Bergmann* und Dipl.-Ing. *B. Barthlmé,* VEB Projektierung Wasserwirtschaft, BT Dresden, die Einsatzmöglichkeiten und -bedingungen von Gasmotoren, besonders unter Nutzung der energieökonomischen Vorzugslösung Blockheizkraftwerk, dargestellt; Dr.-Ing. *Assig,* VEB Projektierung Wasserwirtschaft, BT Erfurt, berichtete über den Einsatz von Absorptionswärmepumpen auf Abwasserbehandlungsanlagen und die Nutzung des Warmwassers zur Beheizung von Schlammentwässerungsplätzen).

Zur weitergehenden Abwasserbehandlung führte Dr.-Ing. *Hagen,* VEB Projektierung Wasserwirtschaft, BT Cottbus, aus, daß die Prozesse der Nährstoffeliminierung zunehmend an Bedeutung gewinnen. Im Interesse der Reinhaltung der Gewässer und im Sinne der Nutzung von im Abwasser enthaltenen Nährstoffen ist die landwirtschaftliche Verwertung anzustreben. Die örtlichen Bedingungen begrenzen jedoch teilweise die Anwendung dieser Verfahren, so daß künstliche Prozesse im Interesse des Umweltschutzes wirksam werden müssen. Bewährt hat sich zur Phosphoreliminierung die chemische Fällung, deren großtechnische Anwendung an mehreren Anlagen in der DDR vorbereitet wird.

Von Doz. Dr. sc. techn. *Hackenberger,* Technische Universität Dresden, wurde eine produktionswirksame Anlage zur Stickstoffeliminierung von hochbelasteten Abwässern mittels biologischer Verfahren vorgestellt. Weitere Varianten für die Behandlung der Abwässer aus der kohleveredelnden Industrie befinden sich in der Erprobung. Bei der Erörterung des Themenkomplexes Schlammbehandlung kam die Notwendigkeit zur Einführung hochintensiver Schlammbehandlungsverfahren zum Ausdruck.

Beispielsweise wurden von Dipl.-Ing. *Barthel,* VEB Kombinat Projektierung Wasserwirtschaft und Wassertechnik, Forschungszentrum Dresden, Versuchsergebnisse mit der enzymatischen Schlammbehandlung bekanntgegeben. Danach kann davon ausgegangen werden, daß bei der Nutzung von Enzymen als Biokatalysatoren zur Spaltung hochmolekularer Verbindungen unter Verbrauch von Luftsauerstoff eine bedeutende Verringerung der Aufwendungen für die Schlammbehandlung zu erwarten ist.

Ergänzend berichtete in einem Diskussionsbeitrag Ing. *Kuhles* vom VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Erfurt über ein aerob-exothermes Schlammbehandlungsverfahren, das in Wasserwirtschaft-Wassertechnik, Heft 3 (1984), bereits vorgestellt wurde. Beide Verfahren ermöglichen ein Reduzieren der Reaktorvolumina, allerdings zu Lasten der Biogasproduktion.

Dipl.-Ing. *Gebhard,* VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Cottbus, verwies auf die Bedeutung der Schlammverwertung als letzte Stufe der Abwasserbehandlung.
Von den vier Möglichkeiten, nämlich

- landwirtschaftliche Nutzung,
- Kompostierung,
- Verbrennung,
- Deponie bzw. Verklappung,

stellte er die zuerst genannte als Vorzugslösung heraus. Dabei wurden als Randbedingungen der evtl. vorhandene Schadstoffgehalt der Schlämme und das Zustandekommen vertraglicher Bindungen für die Schlammabnahme hervorgehoben.

Im Ergebnis der Tagung wurden folgende Empfehlungen erarbeitet:

– Zur Minimierung des Energieverbrauchs auf Abwasserbehandlungsanlagen sind Richtwerte für die biologische Reinigung zu erarbeiten und den Betrieben zur Anwendung zu empfehlen.

– Die Gewinnung und Nutzung des energetisch hochwertigen Biogases ist durch verfahrensbezogene Leistungssteigerungen in vorhandenen Anlagen und extensive Erweiterung der Faulraumkapazitäten zu intensivieren.

– Die Betriebsergebnisse aus Anlagen mit Nährstoffeliminierung sind auszuwerten und bei der Projektierung neuer Anlagen zu berücksichtigen.

– Die Breitenanwendung der im Klärwerk Berlin-Falkenberg erprobten Frischschlammeindickung ist durch eine Anwenderrichtlinie zu unterstützen.

– Es sind die Einsatzgrenzen zwischen der enzymatischen und der aerob-exothermen Schlammstabilisierung festzulegen.

– Die landwirtschaftliche Verwertung der Klärschlämme ist weiterhin als Vorzugslösung zu betrachten.

– Für die objektive und einheitliche Beurteilung der Klärschlämme sind Standards und Richtlinien zu erarbeiten.

Es wird eingeschätzt, daß die wissenschaftlich-technische Tagung, nicht zuletzt auch infolge der angebotenen Informationsfülle, einen wertvollen Überblick über neueste wissenschaftliche, technische und ökonomische Erkenntnisse auf dem Gebiet der Abwasser- und Schlammbehandlung gegeben hat. Aufgabe der Teilnehmer ist es nunmehr, die Ergebnisse in ihren Kollektiven auszuwerten und die gewonnenen Erkenntnisse weiter zu vermitteln.

Voigtländer

Die weiteren Aufgaben zur Intensivierung der Abwasser- und Schlammbehandlung

Dipl.-Ök. Paul Johann WEIGL
Stellvertreter des Ministers für Umweltschutz und Wasserwirtschaft
Auszug aus dem Referat, gehalten auf der Wissenschaftlich-technischen Tagung der KDT im Februar/März 1984

An der konsequenten Verwirklichung der vom X. Parteitag der SED beschlossenen Fortführung der Hauptaufgabe in ihrer Einheit von Wirtschafts- und Sozialpolitik und der Sicherung der kontinuierlichen Fortsetzung einer stabilen und dynamischen Entwicklung der Volkswirtschaft der DDR haben auch die Werktätigen der Wasserwirtschaft und des Umweltschutzes einen hohen Anteil. Worauf es jetzt ankommt, ist die konsequente Nutzung aller verfügbaren materiellen Potenzen und Ressourcen, damit der gesellschaftliche Reproduktionsprozeß umfassend intensiviert und ein hohes Tempo der volkswirtschaftlichen Leistungs- und Effektivitätsentwicklung gewährleistet werden kann.
Der Hauptweg zur Durchsetzung dieser strategischen Ziele in der Wasserwirtschaft ist die Realisierung aller Maßnahmen der vom Ministerrat der DDR beschlossenen „Direktive zur rationellen Wasserverwendung" Dadurch werden in allen Betrieben der Volkswirtschaft und besonders in den Betrieben und Einrichtungen der Wasserwirtschaft gute Ausgangspositionen geschaffen, um den Wasserbedarf und die Wasserverluste weiter zu senken, die Abwasserlast in den Gewässern nicht weiter zu erhöhen bzw. künftig zu reduzieren sowie verstärkt Wertstoffe zurückzugewinnen.
Als Beispiele seien die bis 1982 erreichte Senkung des absoluten Wasserbedarfs der Industrie um 3,6 Prozent, die Reduzierung der Trinkwasserentnahme für industrielle Zwecke aus dem öffentlichen Netz von 1981 auf 1982 um 6,7 Mill. m^3/a und eine Steigerung bei der Lieferung von Trinkwasser aus Anlagen der Industrie um 4,1 Mill. m^3/a von 1980 bis 1982 angeführt.
Auch bei der Entwicklung der Abwasserlast wurde für den Zeitraum bis 1982 eine Senkung von etwa 1,2 Mill. EGW erreicht, und nach Auswertung der Analysen des Jahres 1983 wird bestimmt eine beachtliche weitere Senkung abgerechnet werden können. Dennoch ist hier die Entwicklung nicht ausreichend, da diese durch Neubau von Kläranlagen und Leistungssteigerung vorhandener Anlagen erreichte Lastsenkung nicht ausreicht, eine entscheidende Verbesserung der Gewässerbelastung durchzusetzen. Deshalb kommt einer weiteren Leistungssteigerung in der Abwasserableitung und Abwasserbehandlung erhöhte Bedeutung zu.

Gegenwärtig werden von den rund 950 in Rechtsträgerschaft der VEB WAB befindlichen Abwasserbehandlungsanlagen etwa 4,3 Mill. m^3/d Abwasser behandelt, davon 2,04 Mill. m^3/d mechanisch und 2,26 Mill. m^3/d biologisch. Trotz dieser beachtlichen Klärkapazität und deren positiver Entwicklung ist die Schere zwischen steigendem Abwasseranfall infolge des insgesamt höheren Wasserverbrauchs und der Abwasserbehandlung immer noch zu groß. Diese Lücke ist vorwiegend durch höheren Durchsatz und Kläreffekt auf vorhandenen Abwasserbehandlungsanlagen zu schließen.

Bei der Erfüllung dieser Aufgabe geht es vor allem um folgendes:

- schnelle Einführung des wissenschaftlichen Fortschritts und seine volle Inanspruchnahme bei der Erhöhung des Nutzungsgrades des Wassers
- schnelles und konstruktives Erschließen von Kapazitätsreserven in den wasserwirtschaftlichen Anlagen durch sozialistische Rationalisierung und Intensivierung
- komplexe wissenschaftlich begründete Bewirtschaftung des Wasserdargebots nach einheitlichen Bilanzmethoden und der wasserwirtschaftlichen Entwicklungskonzeption
- gründliche Prozeßanalysen bei allen wasserverwendenden technologischen Verfahren
- planmäßige vorbeugende Instandhaltung der Anlagen und Netze
- weitere Automatisierung auf der Grundlage der Mikroelektronik zur Stabilisierung der Informations- und Steuerprozesse in der wasserwirtschaftlichen Produktion.

Auf diese wesentlichen Intensivierungsfaktoren ist die Hauptentwicklungsrichtung der Produktivkräfte in der Wasserwirtschaft und besonders auf dem Gebiet der Abwasserbehandlung noch stärker zu richten.

Zur Führung dieses Prozesses wurden weitestgehende staatliche Regelungen in Form des neuen Wassergesetzes beschlossen. Dadurch wurde besonders den Betrieben und Einrichtungen der Wasserwirtschaft eine höhere Verantwortung für den Schutz der Wasserressourcen, für die Gewährleistung des Selbstreinigungsvermögens und der Mehrfachnutzung der Gewässer, vorrangig durch die immer bessere Wertstoffrückgewinnung und die Senkung der eingeleiteten Abwassermenge, übertragen. Darüber hinaus wurden grundsätzlich neue ökonomische Regelungen auf der Basis des Wassergesetzes beschlossen. Mit den Preisanordnungen Nr. 344/1 und 345/1 vom Mai 1983 über höhere und in Abhängigkeit vom konkreten Flußgebiet differenzierte Wassernutzungsentgelte sowie über die nach der Konzentration der Abwasserinhaltstoffe auf 0,80 M/m^3 bis 3,20 M/m^3 Abwasser festgesetzten Industriepreise für die Ableitung von Abwasser in die Kanalisation der VEB WAB wurden wirksame Stimulierungen geschaffen (s. Beitrag von *H. Schulze* in diesem Heft auf den Seiten 114–117).
Der entscheidende Intensivierungsfaktor zur Steigerung der Leistungsfähigkeit und Effektivität der wasserwirtschaftlichen Grundfonds ist und bleibt dabei die schnelle und umfassende Einführung neuer wissenschaftlich-technischer Ergebnisse in die wasserwirtschaftliche Praxis. Gerade auf diesem Gebiet gibt es aber in der Zusammenarbeit der Betriebe und Einrichtungen mit dem Forschungszentrum und anderen wissenschaftlich-technischen Einrichtungen noch einige Reserven in der Einführung und Breitenanwendung solcher Schwerpunktaufgaben, wie

- Verfahrenskombination zur Leistungssteigerung mechanischer und biologischer Kläranlagen
- enzymatische Schlammstabilisierung mit und ohne Einsatz von Fremdenergie
- aerobe exotherme thermophile Schlammstabilisierung nach dem Beispiel Friedrichroda
- automatische Sauerstoffeintragsregelung
- Saugräumer für rechteckige Nachklärbecken.

Gute Voraussetzungen dazu wurden durch die Arbeit der im VEB Kombinat Wassertechnik und Projektierung Wasserwirtschaft gebildeten Technologischen Zentren geschaffen, die erstmals Ende des vergangenen Jahres in direkter Zusammenarbeit mit den Betrieben und Einrichtungen bei der Planvorbereitung unmittelbar wirksam geworden sind. Dieser gute Ansatz ist beschleunigt auszubauen. Bestandteil dieser Arbeit ist z. B. auch die dringend notwendige weitere Qualifizierung der Arbeit mit den technisch-ökonomischen Kennziffern, z. B. zur exakten Quantifizierung des durch die Einführung neuer Ergebnisse erreichbaren Nutzens.
Eine besondere Bedeutung kommt ebenfalls der Arbeit des Erzeugnisgruppenleitbetriebes zu. Die Leitbetriebe sind auf wasserwirtschaftlichem technisch-technologischem Gebiet die unmittelbaren Praxispartner des Kombinats. Sie vergeben die Anforderungen der Erzeugnisgruppen zur Sicherung der unbedingt erforderlichen engen Verbindung zwischen Forschung und Praxis und sind besonders für folgendes verantwortlich:

- Erarbeitung von Konzeptionen für die Einführung von Ergebnissen aus Wissenschaft und Technik und deren Durchsetzung
- Erarbeitung von Anforderungen an die zentrale wissenschaftlich-technische Arbeit, einschließlich der Mitwirkung an der Ausarbeitung volkswirtschaftlicher und wissenschaftlich-technischer Aufgabenstellungen

– Mitwirkung an der Erprobung von Erzeugnissen bzw. an der Eignungsprüfung von Ausrüstungen und Geräten
– Vorbereitung und Auswertung von analytischen Untersuchungen auf technisch-technologischem und produktionswirksamem Gebiet
– Organisation des überbetrieblichen Erfahrungsaustausches und Erarbeitung von Empfehlungen für die Anwendung der Erfahrungen der Besten in den Mitgliedsbetrieben.

Obwohl wir in der EGL-Arbeit auf gute Ergebnisse zurückblicken können, sind auch hier die Anstrengungen im Sinne der genannten Aufgaben unbedingt zu erhöhen. Das betrifft z. B. die stärkere Einflußnahme auf die Forschung und Entwicklung insgesamt durch stärkeres Engagement in den Betrieben beim Herantragen von Anforderungen der Praxis an die Forschungseinrichtungen, das erfordert größere Aktivitäten und eine höhere Beweglichkeit bei der Wartung und praktischen Einführung abgeschlossener F/E-Ergebnisse.
Die wissenschaftlich-technische Tagung 1984 hat Schritte zur Lösung der kommenden Aufgaben in der Abwasserbehandlung beraten und festgelegt. Die thematischen Schwerpunkte dieser Tagung waren:
– die rationelle Energieanwendung auf kommunalen Kläranlagen
– die weitergehende Abwasserbehandlung und Wertstoffrückgewinnung und
– die Intensivierung der Schlammbehandlung und -verwertung.

Was ist hier erreicht worden? Gerade auf dem Gebiet der rationellen Energieanwendung wurden umfangreiche Aktivitäten ausgelöst und zahlreiche gute Beispiele geschaffen. Im Vordergrund steht die Aufgabe, den spezifischen Energieeinsatz jährlich um mindestens 2 % zu senken. Die überwiegende Mehrheit der Betriebe und Einrichtungen hat diese Aufgaben mit hohem Einsatz erreicht und überboten. Das betrifft z. B. die Senkung des spezifischen Energieverbrauchs, den Einsatz von Wärmepumpen, die Ablösung von flüssigen Energieträgern bzw. die sparsame Verwendung von VK und DK. Die weitere Durchsetzung der zentralen Konzeption des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft „Aufgaben der rationellen Energieanwendung im Bereich der Wasserwirtschaft im Zeitraum 1983 bis 1985" baut auf den guten Ausgangspositionen auf, erfordert aber die unbedingte schöpferische Mitarbeit z. B. bei der Intensivierung einzelner Prozeßstufen, wie der biologischen Abwasserreinigung und der geschlossenen anaeroben Schlammstabilisierung, auf die gegenwärtig noch etwa 90 bis 95 Prozent des Elektroenergie- und Wärmebedarfs entfallen.

Es kommt jetzt darauf an, örtlich objektkonkrete Regelungen im Zusammenwirken der Partner aus der Landwirtschaft und der Wasserwirtschaft zu treffen, die wirtschaftlich vorteilhaft sind. Daß dieses möglich ist, beweisen das Beispiel Kläranlagen Waren für den Bezirk Neubrandenburg und auch die Beispiele der landwirtschaftlichen Schlammverwertung aus allen Bezirken. Aus den kommunalen Kläranlagen fallen zur Zeit als Faulschlamm etwa 500 t/d Trockensubstanz an. Dieser Schlamm wird bereits jetzt durch die Landwirtschaft, GPG oder Kleingärtner weitgehend verwertet – im Durchschnitt zu 73 %. Probleme entstehen, weil eine kontinuierliche Abnahme aus vielerlei Gründen nicht immer gewährleistet ist. Hier müssen verstärkt betriebsorganisatorische Maßnahmen einsetzen.
Nach einer Grobeinschätzung der mit der landwirtschaftlichen Nutzung verbundenen Wertstoffrückgewinnung fallen 3,0 t/d Kalium, 35 t/d Stickstoff und 10 t/d Phosphor in Form von Schlamm an. Der Wert des Stickstoffs und des Phosphors entspricht etwa 53 000 m/d bzw. 20 Mill. M/a. Diese Zahlen belegen die Notwendigkeit der weiteren Steigerung der Schlammbehandlung und -verwertung. So könnten z. B. in mittleren Anlagen bis 20 000 EGW, die durchweg mit einer biologischen Behandlung ausgerüstet werden, etwa 150 t/d Trockensubstanz zusätzlich gewonnen werden. Der Schlammanfall und das Nährstoffangebot würden sich dementsprechend um etwa 30 % erhöhen. Dabei sind jedoch höhere Anforderungen an die Schlammbehandlung zu beachten. Die bisher eingesetzten Verfahrensstufen, offene bzw. geschlossene Faulung mit anschließender natürlicher Entwässerung, genügen diesen Anforderungen nicht. Diese flächen- und kostenintensiven Verfahren sind durch morderne effektive Methoden zu ergänzen bzw. zu ersetzen.

Keinesfalls befriedigen kann der gegenwärtige Stand der Biogasproduktion und -verwertung. In den insgesamt zur Zeit in Betrieb befindlichen Biogasanlagen werden nur etwa 30 000 m^3/d Biogas erzeugt, das sind weniger als 20 % der wirtschaftlich erzeugbaren Biogasmenge auf unseren Kläranlagen. Zwar ist der erreichte durchschnittliche Verwertungsgrad von 70 % international nicht schlecht, andererseits werden noch vorhandene energetische Reserven besonders deutlich.

Nun zu den Aufgaben, die im unmittelbar vor uns liegenden Zeitraum bzw. im nächsten Fünfjahrplanzeitraum zu lösen sind. Alle neuentwickelten Verfahren, Anlagen, Maschinen, Geräte und Neuerungen sind zur weiteren Erhöhung der Verfügbarkeit des Wasserdargebots nach Menge und Beschaffenheit umfassend einzuführen und anzuwenden. Dabei sind anspruchsvolle ökonomische Ziele bis 1985 zu erreichen. Die Betriebe und das Kombinat haben zur Erfüllung dieser anspruchsvollen Ziele ihren Leistungsbeitrag durch Maßnahmen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts nachzuweisen. Bei der Lösung dieser Aufgabe sind die Kräfte vorrangig auf die Absicherung aller Leistungen für die termin- und qualitätsgerechte Fertigstellung der Forschungsaufgaben für die Hauptstadt der DDR, Berlin, zu konzentrieren. Dazu gehören neben den Wasseraufbereitungsverfahren (z. B. die Grundwasseranreicherung bzw. Aktivkohleregenerieranlage) auf dem Gebiet der Abwasserbehandlung vor allem:
– Fertigstellung der Betriebstechnologie zur chemischen Phosphoreliminierung bei maschineller Schlammentwässerung für die Anwendung auf den Kläranlagen Berlin-Nord und Münchehofe
– Fertigstellung der 1. Verfahrensvariante für die biologische Phosphoreliminierung am Beispiel der Kläranlage Berlin-Falkenberg
– Abschluß der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zum Einsatz von Absorptionswärmepumpen in Kläranlagen nach dem Beispiel der Kläranlage Münchehofe
– Leistungssteigerung der landwirtschaftlichen Abwasserverwertung und die
– Biogasverwertung.

Darüber hinaus sind die Vorhaben zur Verbesserung der Schlammeindickung und -abtrennung, zur Leistungssteigerung der biologischen Stufe bei Optimierung der Anzahl der Absetzbecken und zur Schwebstoffentfernung aus Kläranlagenabläufen entscheidend zu forcieren. Weiterhin ist die umfassende Einführung und Breitenanwendung neuer wissenschaftlich-technischer Ergebnisse auf der Grundlage von Prozeßanalysen und Rationalisierungsprogrammen objektkonkret zu sichern. Das betrifft folgende Schwerpunktaufgaben:

1. Die enzymatische Schlammstabilisierung

in den Anlagen
– Kamenz, Löbau, Niesky, Gröditz, Coswig im VEB WAB Dresden,
– Aue, Freiberg, Limbach-Oberfrohna im VEB WAB Karl-Marx-Stadt,
– Demmin im VEB WAB Neubrandenburg,
– Schwerin und Lübz im VEB WAB Schwerin.
Im Zusammenhang mit der Einführungskonzeption zur enzymatischen Schlammstabilisierung ist durch den VEB WAB Erfurt in Übereinstimmung mit dem Kombinat und dem EGL die Einführungskonzeption für die aerobe, thermophile Schlammstabilisierung für 1984/85 vorzulegen.

2. Die 100prozentige Leistungssteigerung von mechanischen Kläranlagen durch Einsatz einer Hochlastbiologie unter Ausnutzung des Adsorptionsbelebtschlammverfahrens

für die Kläranlage Köthen im VEB WAB Halle. Weitere Anlagen zur Einführung dieses effektiven Intensivierungsverfahrens sind in allen VEB WAB im Planungszeitraum 1984/85 festzulegen.

3. Die Senkung des Energieaufwandes durch die automatische Sauerstoffeintragsregelung in den Kläranlagen

– Falkenberg im VEB WAB Berlin,
– Cottbus, Lübbenau, Boxberg und Weißwasser im VEB WAB Cottbus,
– Schwedt im VEB WAB Frankfurt (Oder),
– Halberstadt im VEB WAB Magdeburg.

Der Einsatz von Wärmepumpen sowie automatisierten Rechen und Räumern ist entsprechend dem Rationalisierungsprogramm konkret auszuweisen. Auf der Grundlage dessen ist der Bedarf dieser Ausrüstungen bis 1990 für das Kombinat zu präzisieren.

Höhere Aufmerksamkeit ist der Entwicklung der Neuerer- und MMM-Bewegung bzw. der Schaffung praxiswirksamer Lösungen auf

dem Gebiet der Abwasser- und Schlammbehandlung sowie der Erfinder-, Schutzrechts- und Lizenztätigkeit zuzuwenden. Dazu sind die weiteren Fortschritte bei der Erhöhung des Leistungsbeitrags durch die Vertiefung des Leistungsvergleichs und Erfahrungsaustauschs einschließlich der Verallgemeinerung der Erfahrungen der Besten, durch den Abbau der ungerechtfertigten Niveauunterschiede und die Schaffung der notwendigen materiell-technischen Voraussetzungen zu gewährleisten.

Durch die Ergebnisse von Wissenschaft und Technik ist der notwendige Vorlauf zu schaffen, damit gegenüber der derzeitigen Beschaffenheit der Gewässer trotz höherer Inanspruchnahme eine qualitative Verbesserung eintritt. Dabei ist zu berücksichtigen, daß
– Rekonstruktion von Kläranlagen zunehmend auch Anlagen mit mittleren Anschlußwerten betreffen,
– wachsende Anforderungen an die Eliminierung bestimmter Stoffgruppen über die Eliminierungsleistung mechanisch-biologischer Anlagen hinaus entstehen,
– absolute Zunahme der Grundfonds zur Abwasserbehandlung und damit steigender Rekonstruktionsbedarf eintreten,
– die weitere Optimierung der konventionellen Verfahrensstufen der mechanisch-biologischen Abwasser- und Schlammbehandlung und die fallweise Ergänzung um zusätzliche Prozeßstufen mit spezieller Eliminierungsrichtung oder Ersatz durch neuartige Verfahrensstufen notwendig werden.

Damit ergeben sich als Hauptzielrichtungen für Forschung und Entwicklung:
1. Die Erhöhung der Leistung von Kläranlagen bezüglich Durchsatz und Reinigungseffekt durch Verfahrensbausteine zur Ergänzung vorhandener Technologien.
2. Entwicklung neuer Verfahren und Anlagen zur effektiven Abwasser- und Schlammbehandlung unter Einbeziehung von Prozessen, z. B. aus der thermischen und chemischen Verfahrenstechnik, der Reaktionstechnik und der Biotechnik.

Die notwendige Verringerung der Gewässerbelastung erfordert eine komplexe Betrachtung der Abwasserprobleme der Industrie, der Landwirtschaft und der Kommunen. Wassersparende abproduktarme Produktionstechnologien in Industrie und Landwirtschaft sind nicht nur ein Erfordernis der intensiven stoffwirtschaftlichen Nutzung. Sie schaffen gleichzeitig günstige Voraussetzungen für die Prozesse der Abwasserbehandlung und ggf. Wiederverwendung des behandelten Abwassers sowie für die Schlammverwertung.

Die Senkung der Belastung der Gewässer kann volkswirtschaftlich effektiv durch komplexe territoriale Planung erreicht werden. Dabei sind Wertstoffrückgewinnung, Schadstoffbeseitigung und Abwasserbehandlung jeweils dort durchzuführen, wo es technisch und ökonomisch am effektivsten möglich ist. In der Automatisierung der technologischen Linie Abwasserbehandlung geht es im gegenwärtigen Fünfjahrplanzeitraum vor allem um die Automatisierung der mechanischen Stufen Sandfangberäumung, Schlammbehandlung und Abwasserförderung.

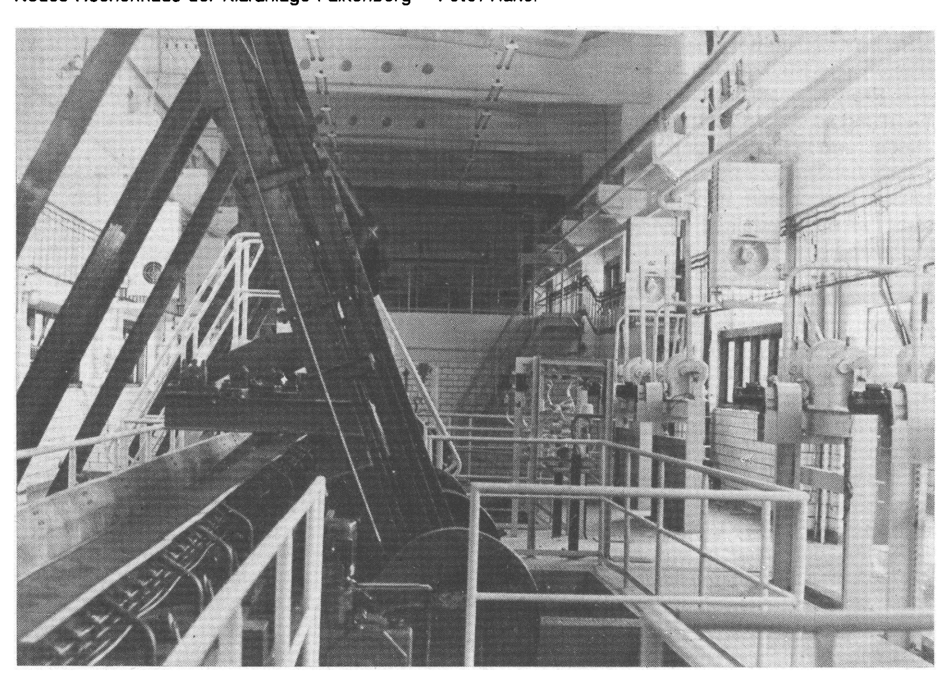
Für den Übergang von der Teil- zur Vollautomatisierung des Verfahrenszuges „Vorklärung – Belebungsanlage – Nachklärung" einschließlich der Prozesse der weitergehenden Abwasserbehandlung sind die erforderlichen Meßeinrichtungen und Steueralgorithmen zu entwickeln. Analog zur Automatisierung der Verfahrenszüge der Trinkwasseraufbereitung ist dieses Ziel in Vorbereitung des Automatisierungssystems „audatec" zu verwirklichen.
Im Ergebnis der Forschungsarbeiten ist die technologische Linie der Abwasser- und Schlammbehandlung in Ergänzung zu den bekannten Verfahrensstufen in folgenden Punkten zu ergänzen:

1. Grobrechen durch Kombination Grobrechen und Feinrechen
2. Sandfang durch belüfteten Sandfang
3. Vorklärung durch Mischreaktor für Fällung, Sedimentation, Adsorption, Phosphorfreisetzung
4. Belebtschlammanlage, Tropfkörper, Teiche mit Weiterentwicklungen, Einsatz von zweistufigen Verfahren, Röhrensedimentation im Belebungsbecken, Einsatz spezieller Mikroorganismen.

Zur Eliminierung schwer abbaubarer Stoffe wird die technologische Linie mit der chemischen und biologischen Phosphorelimination sowie mit Verfahren zur Beseitigung von Schadstoffen an deren Anfallstelle vervollkommnet.

Die technologische Linie der Schlammbehandlung wird weiter durch die Verfahrensbausteine anaerobe Stabilisierung mit Schlammeindickung und Wärmerückgewinnung, natürliche oder maschinelle Schlammentwässerung mit Hilfsmitteln zur Verbesserung der Entwässerungseigenschaften, thermische Trocknung, enzymatische Stabilisierung und anschließende landwirtschaftliche Verwertung ergänzt. Im Gegensatz zur bisherigen Betrachtungsweise ist die Leistungssteigerung nicht mehr ausschließlich durch Verbesserung in sich abgeschlossener Verfahrensstufen der Abwasser- und Schlammbehandlung zu gewährleisten, sondern zunehmend durch Einführung von Mischtechnologien.
Für eine Mischtechnologie gibt es allerdings kein allgemeingültiges Rezept. In Abhängigkeit von den konkreten Anlagenbedingungen – Zulaufkonzentration, Abwasserbeschaffenheit, Einleitungsbedingungen, Rechenvolumen usw. – und aufbauend auf aktuellen Prozeßanalysen, sind objektkonkrete Vorzugslösungen von den Verfahrensgruppen zu ermitteln. Es gibt bereits zahlreiche Möglichkeiten der vorteilhaften Verkettung einzelner Verfahrensstufen, die in Abhängigkeit von den konkreten Bedingungen der Anlage zu höheren Effektivitäten führen. Analog zur technologischen Linie der Abwasserbehandlung ist selbstverständlich die technologische Linie der Schlammbehandlung zu verbessern. Auch dafür muß die komplexe Betrachtungsweise der einzelnen Verfahrensstufen einschließlich derer aus der Abwasserbehandlung bestimmend sein. Zu beseitigen sind die im praktischen Betrieb der Faulanlagen auftretenden Instabilitäten durch Erhöhung der Trockensubstanzgehalte im Schlamm und der Zuverlässigkeit und Funktionstüchtigkeit der peripheren Technik, wie Umwälzvorrichtungen, Wärmetauscher usw. Für den Betrieb der Faulanlagen, aber auch aller anderen Verfahrensstufen sind energetisch vorteilhafte Lösungen zu finden, die den Einsatz von Fremdenergie auf Kläranlagen weiter reduzieren.
Die bisher dargestellte und begründete Notwendigkeit der verstärkten Rationalisierung in den Werken und Anlagen und der Einführung und Breitennutzung wissenschaftlich-technischer Leistungen erfordern in den Betrieben und Einrichtungen ein entsprechend hohes Niveau der Fach- und Leitungskader, der Spezialisten, Bediener und Instandhalter. Unsere Aufgabe besteht darin, die vorhandene Qualifikation sowohl durch Änderung der Arbeitsinhalte als auch durch die Sicherung einer höheren Disponibilität voll zu nutzen. Es gibt noch einige wichtige Kläranlagen, die nicht ingenieurmäßig geleitet werden, und es gibt noch viele Spezialistenkollektive ohne kontinuierliche wissenschaftliche Betreuung.

Neues Rechenhaus der Kläranlage Falkenberg – Foto: Hänel



Ausgehend vom dargelegten Ist-Zustand und den Anforderungen der Volkswirtschaft leiten sich folgende Arbeitsschwerpunkte für die Abwasser- und Schlammbehandlung ab:

1. Die technologische Linie der Schlammbehandlung ist bis 1990 mit hocheffektiven Verfahrensbausteinen, wie der anaeroben Stabilisierung mit Schlammeindickung und Wärmerückgewinnung der enzymatischen oder thermophilen Schlammstabilisierung, praxiswirksam zu ergänzen. Durch verfahrenstechnische Maßnahmen, qualifizierte Leitungstätigkeit und Betriebsorganisation z. B. bei der Erhöhung der Biogasproduktion und der Wertstoffrückgewinnung sind die vergleichsweise hohen Aufwendungen des gesamten Komplexes der Schlammbehandlung spürbar zu senken. Dazu ist u. a. der Anteil der maschinellen Schlammentwässerung im Vergleich zur natürlichen auf 20 Prozent zu erhöhen. Zur Verbesserung der Entwässerungseigenschaften der Schlämme sind geeignete und kostengünstige chemische und mechanische Verfahren zu entwickeln und praxiswirksam zu gestalten. Der Anteil der landwirtschaftlichen Schlammverwertung als absolute Vorzugsvariante ist von gegenwärtig 70 Prozent in Abhängigkeit von den Inhaltstoffen auf 90 bis 100 Prozent zu erhöhen. Die Wirtschaftlichkeitsgrenze der Biogasproduktion, die gegenwärtig bei Anschlußwerten um 100 000 EGW liegt, ist neu zu überdenken. International arbeiten Faulanlagen mit Anschlußwerten bis zu 20 000 angeschlossenen Einwohnern bereits über Jahre hinweg wirtschaftlich.

2. Die Arbeiten zur Breiteneinführung der weitergehenden Abwasserbehandlung einschließlich Wertstoffrückgewinnung sind zu beschleunigen. Durch entsprechende technologische Gestaltung der Prozesse ist die unkomplizierte Nachrüstung bestehender Anlagen bei gleichzeitiger Effektivitätssteigerung der Behandlungstechnologie zu gewährleisten. Der bei den chemischen Verfahren zur Nährstoffelimination erforderliche teure und aufwendige Chemikalieneinsatz ist schrittweise durch biologische Methoden abzulösen. Dabei sind die Nährstoffe zunehmend als wertvolle Düngemittel zurückzugewinnen. Der Einführungsgrad der landwirtschaftlichen Abwasserverwertung als effektivste Methode der weitergehenden Behandlung mit Wertstoffrückgewinnung ist unverzüglich zu erhöhen. Hinsichtlich der Beseitigung von Schadstoffen und Rückgewinnung von Wertstoffen aus Produktionsprozessen wird auf die Behandlung an der Anfallstelle orientiert. Die Betriebe und Einrichtungen der Wasserwirtschaft haben dazu über ihre Kontrollfunktion hinaus zunehmend Beratung und Unterstützung bei der Gestaltung der entsprechenden technologischen Prozesse zu gewährleisten.

3. Mit neuen hocheffektiven Verfahrensbausteinen zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Anlagen ist gezwungenermaßen ein steigender Energiebedarf verbunden. Daraus ergibt sich die Konsequenz, die Anfallenergien auf Abwasserbehandlungsanlagen effektiv zu nutzen, die Gewinnung von Biogas maximal zu steigern und die Möglichkeiten und materiellen Voraussetzungen für eine zweckmäßige Verwertung des Biogases in Zusammenarbeit mit der anlagen- und apparatebauenden Industrie zu schaffen sowie wirkungsvolle Abwasser- und Schlammbehandlungsverfahren mit geringerem Energiebedarf zu entwickeln und unverzüglich einzusetzen.

Probleme der Abwasserschlammbehandlung – Betriebserfahrungen mit der Eindickung von Frischschlamm

Dr.-Ing. Günter OSTERMANN, KDT
Beitrag aus dem VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Berlin

Bedeutung der Abwasserschlammbehandlung

Entsprechend den erhöhten Anforderungen an die Abwasserreinigung in der DDR ist seit Jahren eine starke Zunahme der Schlammengen aus der kommunalen und industriellen Abwasserreinigung zu verzeichnen. Die Schlammbehandlung bereitet deshalb sowohl verfahrenstechnisch als auch kostenmäßig zunehmende Probleme. Obwohl die Schlammmengen meist nur etwa 1 % des Abwasseranfalls betragen, erreichen die Investitions- und Betriebskosten in modernen Kläranlagen bereits 30 bis 50 % der Gesamtkosten. Außerdem führen fehlende Kapazitäten und unzureichende Leistungen bei der Schlammfaulung und -entwässerung nicht nur zu erheblichen Betriebsstörungen, sie beeinflussen oftmals auch die an sich stabile Abwasserreinigung.

Dieser großen Bedeutung der Schlammbehandlung entspricht auch die Ausrichtung in Forschung und Entwicklung. International ist die Abwasserschlammbehandlung seit Jahren ein Forschungsschwerpunkt. Auch im Forschungsprogramm der Wasserwirtschaft der DDR nimmt die Schlammforschung mit vielfältigen bilateralen Beziehungen einen vorderen Platz ein. So wird z. Z. eine Versuchsanlage mit 10 Mill. Mark Investitionsaufwand in der Kläranlage Berlin-Münchehofe zur Erprobung neuer Schlammtechnologien für große Kläranlagen betrieben und weiter ausgebaut, in der

- die maschinelle Schlammentwässerung,
- die aerobe Schlammstabilisierung in Belebungsbecken,
- der Einsatz von Großwärmepumpen,
- die Leistungssteigerung der Schlammentwässerung in beheizten Schlammentwässerungsplätzen und
- die thermische Schlammtrocknung

produktionswirksam untersucht werden.

Probleme und Aufgaben der Schlammbehandlung

Aus einer kritischen Einschätzung des wissenschaftlich-technischen Standes und der betrieblichen Schwierigkeiten bei der Abwasserschlammbehandlung sollen nachfolgend die Probleme und Aufgaben abgeleitet werden, die kurzfristig zu lösen sind.

Dem zu erwartenden Schlammzuwachs ist nur durch hochintensive Behandlungsverfahren und durch Verringerung des Schlammvolumens, d. h. durch Eindickung, zu begegnen. Über erste Erfahrungen mit der Vorklärschlammeindickung wird anschließend berichtet. Der Einsatz dieses Verfahrens in mittleren und großen Kläranlagen ist zu forcieren, weil in den nachfolgenden, kostenintensiven Schlammbehandlungsstufen (Schlammfaulung oder -stabilisierung und -entwässerung) erhebliche Einsparungen möglich sind. Zur Verringerung des Volumens von Schwerkrafteindickern sollte die gesonderte Flotationseindickung des Überschußbelebtschlammes produktionswirksam untersucht werden. Auch die Faulschlammeindickung ist zu erproben, weil die Feststoffanteile während der Schlammfaulung um etwa ein Drittel verringert werden und der Aufwand der nachfolgenden Schlammentwässerung weitgehend von der Schlammkonzentration abhängig ist.

Die Stabilisierung der organischen Schlammfeststoffe erfolgt in den Kläranlagen der DDR fast ausschließlich durch die Schlammfaulung. Bei den offenen Erdfaulbecken der Kläranlagen mittlerer Größe bestehen Probleme bei der Grundräumung und Böschungsinstandhaltung, und es wird eine Aufwandsminimierung für die Schlammumwälzung angestrebt.

Ab Anschlußgrößen von 50 000 EGW wird zunehmend die geschlossene Schlammfaulung mit Faulgasnutzung vorgesehen. Für eine intensive und effektive Schlammfaulung sind neben der Voreindickung eine gleichmäßige Schlammerwärmung und eine gute Schlammumwälzung Voraussetzung. Als Alternative zu den schnell verkrustenden Rohrbündelwärmetauschern wird z. Z. die Schlammerwärmung mittels Dampfeintrag in den Kläranlagen Rostock und Berlin-Falkenberg erprobt. Die Betriebserfahrungen sind auszuwerten und den weiteren Projekten zugrunde zu legen.

Für die Schlammumwälzung in großen geschlossenen Faulbehältern gibt es zwei DDR-Entwicklungen – die Umwälzung mittels aufwärts gerichteten Schlammstrahls bzw. mittels Tiefenbegasung. Letzteres Verfahren wird noch 1984 in der Kläranlage Falkenberg in Betrieb gehen und einem Leistungstest unterzogen. Nach Inbetriebnahme der ersten Strahlumwälzungsanlage in der Kläranlage Berlin-Nord ist ein gleicher Leistungstest durchzuführen, um eine Anwendungsabgrenzung zu ermöglichen. Für alte geschlossene Faulkammern, wie in der Kläranlage Berlin-Waßmannsdorf, ist die Schlammumwälzung durch mit Faulgas betriebene Mammutpumpen geplant. Nach Realisierung und erfolgreichem Probebetrieb wird die Breitenanwendung in kleineren Faulbehältern vorbereitet.

Als Alternativverfahren zur Schlammfaulung bei mittleren Kläranlagen wurden in den letzten Jahren die aerobe Schlammstabilisierung im thermophilen Bereich in Friedrichroda und die DDR-Entwicklung der Schlammstabilisierung unter Einsatz von Enzymen in Cottbus großtechnisch erfolgreich erprobt. Beide Verfahren ermöglichen im Vergleich zur Schlammfaulung eine enorme Verringerung des Reaktorvolumens, allerdings unter erhöhten Betriebskosten für Belüftung und für Enzyme sowie bei Verzicht auf das Faulgas. Für die Breitenanwendung sind dringend Leistungsvergleiche, eine Anwendungsabgrenzung und ein Behälterfertigungsprogramm erforderlich. Im Bereich der Schlammentwässerung ist in der DDR zu verzeichnen, daß die projektierten Entwässerungsleistungen in den sehr teuren Schlammentwässerungsplätzen (SEP) meist nicht erreicht werden und die international übliche maschinelle Schlammentwässerung in Großanlagen wegen fehlender organischer Flockungsmittel nur begrenzt zum Einsatz kam. Zur Verbesserung der Entwässerungsleistung in den SEP sind die Einflüsse des Schlammstabilisierungsgrades und der -beschickungshöhen zu untersuchen bzw. zu ermitteln und für die Optimierung von Baukonstruktion und Räumtechnik zu nutzen. Dabei sind auch der Winterbetrieb und die notwendige Erneuerung der Kiesschichten zu berücksichtigen.

Für die Breitenanwendung der maschinellen Schlammentwässerung sind – nachdem sowohl DDR- als auch sowjetische Großzentrifugen getestet wurden – die Produktionsbedingungen von importunabhängigen Flockungsmitteln zu klären und die Herstellung kurzfristig durchzusetzen. Parallel dazu sind die Alternativverfahren der aeroben Stabilisierung vor bzw. nach der Schlammzentrifugation großtechnisch zu erproben und in einen Aufwand-Leistungs-Vergleich aller Schlammentwässerungsverfahren einzubeziehen.

Trotz bisher guter Erfolge liegt also noch ein großes Arbeitsprogramm auf dem Gebiet der Abwasserschlammbehandlung vor.

Betriebserfahrungen mit der Eindickung von gemischtem Vorklärschlamm

Seit dem Winter 1981/82 bzw. April 1982 sind in der KA Falkenberg vier Rundeindicker mit je 1 200 m³ Nutzvolumen und umlaufenden Stabrührwerken als Erstanwendung in der kommunalen Wasserwirtschaft der DDR erfolgreich in Betrieb. Diese Technologie entstand aus den Ergebnissen eines eigenen Forschungsauftrages im Institut für Wasserwirtschaft Berlin. Damals waren nur Rundeindicker für mineralische Schlämme bzw. für Überschußbelebtschlamm in amerikanischen Kläranlagen bekannt. Mit einer halbtechnischen Versuchsanlage mit 2 m ⌀ und 6,2 m³ Inhalt wurde ab 1967 untersucht, unter welchen Bedingungen und mit welchen Effekten gemischter Vorklärschlamm (Überschußbelebtschlamm und Schlamm des Rohabwassers) durch Schwerkrafteindickung konzentriert werden kann. Bei nachfolgenden Versuchseinsätzen in den Kläranlagen Berlin-Falkenberg, Erfurt, Cottbus und Rostock wurden auch die Bemessungsparameter für die geplanten Großanlagen ermittelt. Die vier Rundeindicker der KA Falkenberg wurden vom VEB Maschinen- und Apparatebau Staßfurt hergestellt und in der Nähe der Faulbehälter angeordnet. In der Wandung der Stahlkonstruktion sind im Mittelbereich Sichtscheiben zur Ermittlung des Schlammspiegels nach Abschluß der Eindickung sowie jeweils fünf Abzugsrohre für das Schlammwasser angeordnet. Das zentral angetriebene Stabrührwerk besteht aus 3,5 m langen Rohrstäben von 2″ ⌀, die alle 30 cm angeordnet sind und mit geringer Geschwindigkeit umlaufen. Das Rührwerk soll an den Stabrückseiten Aufstiegskanäle für das Schlammwasser schaffen und darf den Schlamm nicht aufwirbeln. Die Schlammeinleitung in die Eindicker erfolgt über ein Mittelrohr von oben. Die Behälteraußenwandungen und die Schlammwasserabzugsrohre sind frostisoliert. Zur Reinigung der Sichtscheiben sind am Behälterumgang Spritzkanonen mit Brauchwasseranschluß angeordnet.

Zu den Eindickern gehören ein Dickschlamm- und Schlammwasserpumpwerk sowie ein Schieberbauwerk und Rohrleitungen. Bemessen ist die Anlage für den Endausbau der KA mit etwa 3 000 m³/d Frischschlammanfall, der auf rund 1 800 m³/d eingedickt werden soll. Zur Zeit fällt etwa 1 500 bis 2 400 m³/d Frischschlamm an, der in diskontinuierlicher Betriebsweise, d. h. mit den Arbeitsstufen Füllen, Eindicken, Klarwasserabzug und Dickschlammablaß, in einem 30-Stunden-Zyklus eingedickt wird.

Nach fast zwei Betriebsjahren liegen folgende Ergebnisse der Frischschlammeindickung in der Kläranlage Berlin-Falkenberg vor:

1. Die Schlammeindickung erfolgte von 2 bis 3 % auf 3,5 bis 5,5 % Feststoffgehalt. Das entspricht einer Verringerung des Schlammvolumens um 30 bis 50 %. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß der organische Feststoffanteil mit etwa 74 % sehr hoch ist und dieser Schlammkennwert die Eindickung negativ beeinflußt. Der Eindickeffekt ging bei angefaultem Frischschlamm zum Teil stark zurück.
2. Das abgetrennte und in die Vorklärung zurückgeführte Schlammwasser war bei guter Eindickung mit 0,1 bis 0,8 % Feststoffgehalt und ≤ 1 200 mg/l BSB_5 gering verschmutzt.
3. Faulwasser wurde aus den Faulbehältern nicht mehr abgezogen. Dadurch wurde die biologische Abwasserreinigungsstufe 1983 um etwa 6 t/d BSB_5 entlastet. Der Abwasserreinigungseffekt der Altanlage wurde dadurch verbessert, und deren Ablaufgrenzwerte konnten weitgehend eingehalten werden.
4. Die Schlammerwärmung vor der Faulung konnte infolge der verringerten Schlammenge mit geringerem Wärmeaufwand erfolgen. Selbst im Winter bei einer Abkühlung des Frischschlamms in den Eindickern um maximal 6 bis 8 °C konnten noch 20 % Wärmeenergie eingespart werden. Durch die kürzere Beschickungszeit bleibt auch mehr Zeit für das „Warmwälzen" über die Wärmetauscher, so daß die Faulbehälter selbst im kalten Winter 1981/82 ausreichend beheizt werden konnten.
5. Der Energieaufwand für die Frischschlammeindickung ist mit 4 kW für jedes Stabrührwerk und etwa 70 kWh/d für die Schlammwasserförderung gering. Lediglich durch die zweimalige Schlammförderung zu den Eindickern und in die Faulbehälter tritt ein Energiemehrbedarf von rund 500 kWh/d auf, was aber durch den verbesserten Wärmeeintrag wieder mehr als ausgeglichen wird.
6. Durch die verringerte Schlammenge wird die Faulzeit in den kostenintensiven Schlammfaulbehältern wesentlich erhöht. Die gleiche Aufenthaltszeit von planmäßig 24 Tagen wäre sonst nur durch den Bau von drei weiteren Faulbehältern mit je 8 000 m³ Nutzvolumen und je rund 9 Mill. Mark Investkosten möglich. Im Vergleich zu den 5 Mill. Mark Kosten der Eindicker (einschließlich Schlammpumpwerk und Rohrleitungen) entsteht also

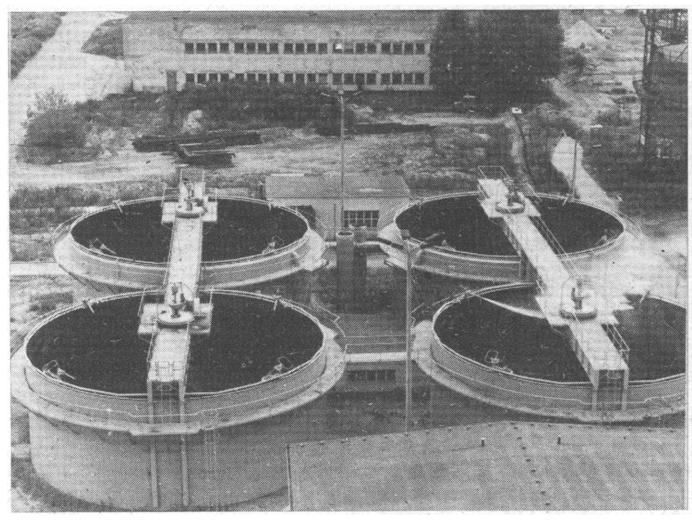


Bild 1 Rundeindicker ⌀ 16 m der KA Berlin-Falkenberg mit Dickschlammpumpwerk

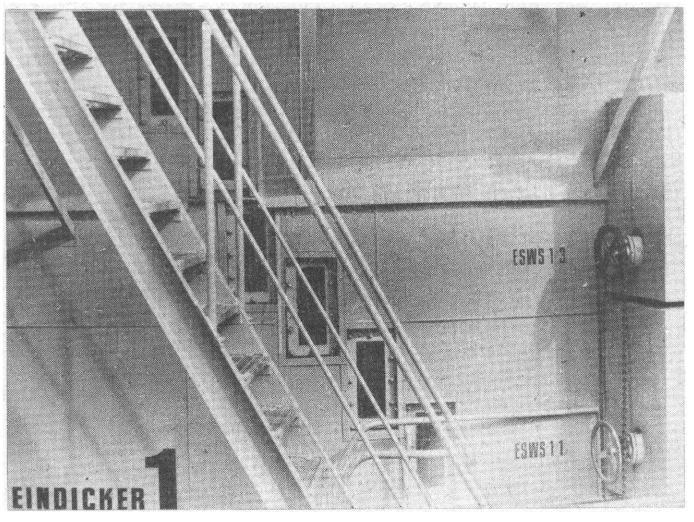


Bild 2 Sichtscheiben in der Eindickerwandung und Schieber für den Schlammwasserabzug

durch die Frischschlammeindickung ein großer volkswirtschaftlicher Nutzen. Des weiteren wurde ein Schlammumwälzpumpwerk eingespart, das sonst zusätzliche Energiekosten von etwa 120 000 M/a erforderlich gemacht hätte.

An der Eindickeranlage Falkenberg bestehen jedoch auch einige Mängel, die den Betrieb erschweren:

– Es ist kein restloses Entleeren möglich (Restmenge an Dickschlamm 30 bis 80 m^3), weil die Rohrleitungsführung und die Pumpenkennlinie ungünstig sind. Durch den Restschlamm im Eindicker fault im Sommer der neu eingeleitete Frischschlamm schnell an, und im Winter bilden sich bei Starkfrost Eisschollen.
– Der Überlastschutz des Stabrührwerkes ist unwirksam und hat in zwei Eindickern zum Abbrechen der Aluminiumstäbe durch die Eisschollen geführt.
– Das Spülwasserpumpwerk für das täglich erforderliche Abspritzen der Sichtscheiben und der Behältersohle ist störanfällig.
– Die Bedienungstreppe ist 1 m von den Sichtscheiben entfernt, wodurch das Erkennen des Schlammspiegels erschwert wird.

Außerdem wurde besonders im Sommer der Frischschlamm durch zeitweilig unzureichende Schlammräumung in den Vorklärbecken stark angefault in die Eindicker gefördert und damit der Eindickeffekt stark verringert. Vor allem bei Kläranlagen mit hochbelastetem Überschußbelebtschlamm müssen deshalb die Vorklärbecken so intensiv geräumt werden, daß bei Kontrollen mittels Schlammspiegelsonde oder *Ruttner*-Flasche nur $\leq$ 10 cm Schlamm nach der Räumung festgestellt werden. In der KA Berlin-Falkenberg wurde deshalb zur dreischichtigen Räumung übergegangen.
Die Wärmeisolierung der Eindickeraußenwandung und Schlammwasserablaßschieber hat sich bewährt. Auch in dem harten Winter 1981/82 hat sich an den Wandungen kein Eisansatz gebildet. Lediglich die Eisschollen vom Restschlamm sind zeitweise zu einer Eisdecke zusammengewachsen. Für die geplanten Frischschlammeindicker der KA Berlin-Nord wurde deshalb ein zusätzlicher Warmluftschleier an der Schlammoberfläche vorgeschlagen.

Insgesamt hat sich die Eindickeranlage in der KA Berlin-Falkenberg bewährt und hat die Schlamm- und Abwasserbehandlung entlastet. Bei geringem Bedienungsaufwand sind erhebliche Einsparungen an Investitionen und Energie zu verzeichnen. Allerdings muß der Räumaufwand in der Vorklärung verstärkt und dem Schlammanfall angepaßt werden. Das Betriebsschema für Vorklärbeckenräumung, Eindickung und Faulung ist entsprechend anzupassen. Für die Breitenanwendung der Frischschlammeindickung wird durch den FA „Abwasser" der KDT z. Z. eine Anwenderempfehlung erarbeitet.

Neueste Ergebnisse über die Tiefstrombelüftungsanlage in Rovno (UdSSR)

Dozent. Kand. der techn. Wiss. O.-P. SINJEW
Ukrainisches Institut für Ingenieure der Wasserwirtschaft in Rovno, Lehrstuhl Sanitärtechnik und Kanalisation
Dipl.-Ing. Volkmar HETTLER
Wasserwirtschaftsdirektion Saale-Werra, Oberflußmeisterei Halle

Das Ukrainische Institut für Ingenieure der Wasserwirtschaft in Rovno ist eine der größten Bildungs- und Forschungseinrichtungen auf diesem Fachgebiet in der Sowjetunion. In einem Beitrag, veröffentlicht in „Wasserwirtschaft – Wassertechnik" **33** (1983) 1, wurden bereits ausführlich Probleme der Tiefstrombelüftung dargelegt.
Im Rahmen einer Dissertation konnte am genannten Institut nach dreijähriger Forschungsarbeit eine erste Etappe weiterführender Untersuchungen abgeschlossen werden.
Die Anlage in Rovno besitzt reinen Versuchscharakter und dient nur zur Pilotuntersuchung verschiedener Konstruktions- und Technologievarianten bei der Abwasserbehandlung. Der Schacht selbst ist 56 m tief und hat einen Durchmesser von 250 m.
Bei der Literaturauswertung hat es sich nämlich gezeigt, daß es auf der Grundlage bekannter Daten nicht möglich ist, einige wesentliche Parameter zu berechnen, z. B. den maximalen spezifischen Lufteintrag zum Zirkulationsvolumenstrom, die minimale Lufteintragstiefe und die hydraulischen Verhältnisse im Schacht. Weiterhin ging aus diesen Daten hervor, daß die Trennung der hohen Belebtschlammkonzentration von gereinigtem Abwasser ungenügend gelöst ist. In vorgezogenen Laborversuchen wurde herausgefunden, daß bei einer Sinkgeschwindigkeit von 0,8 m/s und Normaldruck maximal 30 Prozent des Zirkulationsvolumenstroms Luft eingetragen werden kann.
So bestand die Hauptaufgabe der ersten Versuchsanlage darin, Grundlagen folgender Art zu schaffen:
– minimale Einblastiefe
– Erarbeitung eines neuen Lufteintragsprinzips
– Schaffung einer prinzipiell neuen Zwischenstufe zur Aufrechterhaltung und Steigerung der Belebtschlammkonzentration
– Bestimmung der Effektivität
– Beurteilung des ökonomischen Einsatzbereichs dieses Verfahrens.
Entsprechend der Konzeption wurde anstelle der Vorklärung nur ein Mischbecken errichtet (Bild 1). In der ursprünglichen Version fehlte das vertikal durchströmte Flotationsbecken, aber auf Grund der völlig unzureichenden Stofftrennung im Nachklärbecken wurde eine geschlossene Flotationskammer eingebaut.
Die erste Versuchsreihe bestand in der Überprüfung der veröffentlichten Daten auf ihre Richtigkeit.
Aus diesem Grund fand zuerst das ursprüngliche Lufteintragsprinzip mit Kompressor Anwendung.
Im Ergebnis der hydraulischen Versuche wurde festgestellt, daß für diese Anlage die Mindesteintauchtiefe 16 m und die Mindestluftmenge 20 m^3/h betrug, wovon 15 bis 20 % in den Steigbereich in gleicher Tiefe eingeleitet wurden. Auf diese Art und Weise gelang es, die Zirkulation im Schacht stabil zu halten (Sinkgeschwindigkeit im Zentralrohr 0,8 bis 1,0 m/s).
Die anschließenden Versuche zur Bestimmung des maximalen O_2-Eintrags ergaben einen Wert von 2,0 kg O_2/m^3 h, was jedoch nicht den Maximalwert darstellt (dies war aus gerätetechnischen Gründen nicht möglich zu untersuchen).
Die folgenden Klärversuche wurden mit 2 m^3/h, Ablauf aus dem Sandfang, durchgeführt. Die Schachtauffüllung mit Belebtschlamm erfolgte aus einem nahegelegenen Belebungsbecken. Nach vier Tagen Anpassungszeit hatte die Anlage bereits die volle Reinigungsleistung erreicht, d. h., die Belebtschlammkonzentration im Schacht betrug 6 kg TS/m^3, während der Versuchsdauer schwankte sie zwischen 5,8 und 7,1 kg TS/m^3. Bei einer Reinigungsleistung, bezogen auf BSB_5 und CSV, von über 95 % bzw. 85 % betrug die O_2-Konzentration im Entgaser 6 bis 8 g O_2/l, was in jedem Falle unökonomisch war; jedoch ließen die Nachklärkapazität und das Zirkulationsverhalten keine Änderung der Ausgangsparameter zu.
Die Raumbelastung betrug 3,5 bis 3,8 kg $BSB_5/m^3 \cdot d$, und der Schlammindex bewegte sich im Bereich von 50 bis 90 l/kg. Im Versuchszeitraum bestätigten auch die anderen Versuchsparameter, daß diese dem Klärverfahren unter Verwendung von technischem Sauerstoff ähnlich sind.
Der Versuchsverlauf zeigte aber auch, daß die Luftzufuhr und das Zirkulationsverhalten sich nicht entsprechend den Ausgangsgrößen beliebig anpassen lassen und der Kompressor relativ wartungsaufwendig ist.

In Auswertung aller gewonnenen Ergebnisse wurde dann die Versuchsanlage entsprechend Bild 2 errichtet, und zwar erstmalig mit einigen völlig neuen Verfahrens- und Konstruktionselementen, wie
– Zirkulation des Reaktorgemisches mit Hilfe einer Pumpe, Lufteintrag mittels Venturi,
– Stofftrennung in vertikaldurchflossenen Flotations-Absetzbecken.

Das ursprüngliche Nachklärbecken diente nur noch als Sicherheit, um eventuellen Belebtschlammaustrag zu verhindern. Auf dieser Anlage konnte nun das Zulaufvolumen auf 4,5 m^3/h erhöht und das angesaugte Luftvolumen im Bereich von 0 bis 7 m^3/h reguliert werden.
Während des Versuchs zeigte sich recht bald, daß diese Veränderungen zu den gleichen Er-

Tafel 1 Ergebnisse der vollbiologischen Klärung auf der Schachtbelüftungsanlage Rovno

Parameter	Minimum	Mittel	Maximum
Zulauf			
BSB_5	96	266	412
CSV	184	378	546
Schwebstoffe	142	254	343
NH_4	8,5	13,2	28,4
NO_2	n. n.	0,33	1,4
NO_3	n n.	0,13	0,4
Ablauf			
BSB_5	7,2	14,3	19,6
CSV	42,4	63,2	86,0
Schwebstoffe	9,4	16,5	24,2
NH_4	n. n.	2,2	4,2
NO_3	0,7	1,1	1,7
NO_2	6,8	8,4	14,1
Belüftungszeit (h)	0,64	0,72	0,80
Belebtschlammkonz. (kg/m³)	4,3	5,1	6,0
Raumbelastung (kg BSB_5/m³ d)	1,3	3,8	5,9
Schlammbelastung (kg BSB_5/kg TS · d)	0,41	0,95	1,76
Schlammalter (d)	–	2,3	–
Schlammindex (cm³/g)	75	98	120

Bild 1
Technologisches Schema mit Kompressorbelüftung und Flotationsbecken
1 Mischbecken, 2 Zulauf aus Sandfang, 3 Rücklaufschlamm (RS), 4 Luftzufuhr (mit Kompressor), 5 RS-Pumpe, 6 Überschußschlamm, 7 RS (aus Nachklärung), 8 RS (aus Flotationsbecken), 9 Absetzschlamm (aus Flotationsbecken), 10 Zwischenbekken, 11 Nachklärbecken, 12 Ablauf, 13 Flotationsbecken, 14 Schachtbelüftungsbecken, 15 Belüfter, 16 Kompressor, 17 Rotameter

Bild 2
Schachtbelüftung mit Ejektor, Pumpenzirkulation und Flotations-Absetzbecken
1 Mischbecken, 2 Zulauf aus Sandfang, 3 Rücklaufschlamm (RS), 4 Ejektor, 5 Entgaser, 6 Zulauf zum Flotations-Absetzbecken, 7 RS (flotiert), 8 RS-Pumpe, 9 Flotations-Absetzbecken, 10 Zulauf zum Zwischenbekken, 11 Zwischenbecken, 12 Nachklärbekken, 13 Ablauf, 14 Überschußschlamm, 15 Absetzschlamm, 16 Schachtbelüftungsbekken, 17 Rotameter

gebnissen bzw. einer Leistungssteigerung führten, wie dies mit dem Air-Lift-Verfahren bekannt ist.
Aus Tafel 1 ist ersichtlich, daß der Kläreffekt im Bereich gut arbeitender vollbiologischer Anlagen lag. Die Belebtschlammkonzentration lag zwischen 4 und 6 kg TS/m³, die Raumbelastung zwischen 3,5 und 3,8 kg/BSB_5/m³ d, der Schlammindex zwischen 70 und 120 l/kg, also ähnlich der Kompressorvariante.
Als sehr interessant erwies sich, daß die Überschußschlammproduktion mit 150 bis 160 g/m³ weniger als 50 % der üblichen Zuwachsraten betrug, was bei großen Anlagen sicherlich nicht unwesentlich sein dürfte. Als entscheidender technologischer Vorteil stellte sich bald heraus, daß das Zirkulationsvolumen und die Luftzuführung frei wählbar sind, wenn der Mindestansaugdruck und die Mindestsinkgeschwindigkeit eingehalten werden.
Außerdem vollzog sich die Stofftrennung im Flotations-Absetzbecken so, daß die hohe Biomassenkonzentration in der Einheit Schachtbelüftungsbecken – Nachklärung aufrechterhalten werden konnte. Jedoch ist es nicht möglich, mit ähnlich hohen hydraulischen Belastungen zu arbeiten, wie dies allgemein aus Flotationsbecken bekannt ist; diese sollten um 15 bis 25 % niedriger sein.
Des weiteren wurde deutlich, daß dieses Stofftrennungssystem es ermöglichen wird, die Belebtschlammkonzentration in der Einheit mit dem Schacht auf mehr als 10 kg/m³ zu steigern. Diese Systemveränderungen – Belüftung, Zirkulationsprinzip, Stofftrennung – führten zu einer wesentlichen Stabilisierung und weiteren Kompaktierung des Verfahrens. Selbst die bisher unbefriedigende Bekämpfung der Schaumbildung konnte an der Überleitung von der Schachtbelüftung zum Flotations-Absetzbecken völlig gelöst werden.
Es gelang weiterhin, einen Berechnungsalgorithmus für die hydraulischen Verhältnisse und den Biomassenaustausch im Schachtbelüftungsbecken mit Kompressorbelüftung aufzustellen. Die hydraulische Berechnung für Pumpenzirkulation wurde nach den üblichen Methoden ohne Berücksichtigung der eingetragenen Luft vollzogen. Die praktischen Ergebnisse bestätigten diese Annahme dann auch. Die anschließenden ökonomischen Berechnungen – aufbauend auf den in Rovno gewonnenen Ergebnissen – zeigten, daß diese neue Art der Zirkulation bis zu einem Volumenstrom von 400 m³/h ökonomischer ist als das Air-Lift-Prinzip. Sie ist völlig unabhängig vom Verschmutzungsgrad; denn Luft bzw. O_2 kann entsprechend der benötigten Menge eingetragen werden.
Gelingt es, weitere Verbesserungen am Lufteintragssystem und höhere Biomassenkonzentrationen zu realisieren, dürfte sich der Anwendungsbereich weiter ausdehnen. Die günstigen ökonomischen Kennziffern setzen sich auch bei der Betrachtung des Platzbedarfs fort; denn man kann davon ausgehen, daß die Kläranlagen ohne die nicht benötigte Vorklärung nur noch 50 % der ursprünglichen Ausdehnung benötigen. Geruchs- und Lärmbelästigungen traten nicht auf. Es ist also nicht auszuschließen, solche Kläranlagen auch direkt in Wohngebieten zu errichten. Zu den Investkosten ist folgendes zu sagen: Berechnungen nach sowjetischen Preisen zeigten, daß bei einer Vergleichsgröße von 6 000 m³/d Abwasser diese um rund 50 % geringer sind.

Bei den Investkosten spielen der Untergrund und das Bohrverfahren eine entscheidende Rolle. Jedoch gibt es dazu noch zu wenig Erfahrungen, die eine endgültige Aussage gestatten. An Hand der praktischen Versuchsergebnisse liegen ausreichend Konstruktionsgrundlagen und Projekthinweise vor.

Am 8. und 9. November 1984 findet in der Technischen Hochschule Leipzig, 7030 Leipzig, Karl-Liebknecht-Str. 132, das

V. Tiefbaukolloquium

zum Rahmenthema

Erdverlegte Leitungen in Stadt- und Industriegebieten

statt.
Diese Veranstaltung gliedert sich in 2 Sektionen:
Sektion 1 – Planung und Dimensionierung von Leitungsnetzen
Sektion 2 – Berechnung und Bau von Rohrleitungen.
Veranstalter sind
die Technische Hochschule Leipzig, Sektion Ingenieurbau, Wissenschaftsbereich Kommunaler Tiefbau (Organisator des Kolloquiums), Tel-Nr. 3 92 82 01, und
die Sektion Tiefbau der Bauakademie der DDR.
Da Teilnehmerzahl und Unterbringung begrenzt sind, werden Interessenten gebeten, sich spätestens bis zum 10. August 1984 beim Organisator des Kolloquiums voranzumelden. 30 M Teilnahmegebühr sind während des Kolloquiums zu entrichten.

Verfahren zur intensiven biologischen Reinigung städtischer Abwässer in der UdSSR

Dr. N. A. TERENTJEWA
Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungsinstitut für kommunale Wasserversorgung und Wasserreinigung der Akademie für Kommunalwirtschaft Moskau

Der Arbeitsbereich biologischer Abwasserreinigungsanlagen in der UdSSR ist recht groß und reicht von 25 m^3/d bis 3,5 Mill. m^3/d. Die Anlagen bestehen in der Regel aus der mechanischen und biologischen Reinigungsstufe sowie der Schlammbehandlung. Etwa 70 % des Energieverbrauchs einer ABA werden durch die biologische Reinigung hervorgerufen. Daher ist die Frage der Intensivierung der biologischen Abwasserreinigung heute besonders aktuell.

Das Problem der Intensivierung der biologischen Reinigung städtischer Abwässer sollte komplex gelöst werden, d. h. unter Beachtung des anfallenden Schlamms und seiner Auswirkungen auf die Umwelt. Zur Intensivierung der biologischen Reinigung sind zwei Wege möglich:

1. Steigerung der spezifischen Abbaugeschwindigkeit der organischen Stoffe je Biomasseeinheit
2. Erhöhung der Biomasse.

Zu den Hauptfaktoren, die die biologische Abwasserreinigung beeinflussen, gehören besonders die Nährstoffgrundlage der Mikroorganismen, die Sauerstoffverhältnisse des Systems, die Temperatur sowie der *p*H-Wert. Eine wichtige Verfahrensgröße bei der biologischen Abwasserreinigung ist die BSB_5-Schlammbelastung. Sie bestimmt die Arbeitsbedingungen der biologischen Abwasserreinigungsanlagen, d. h. die Abbaugeschwindigkeit der Verunreinigungen, den Schlammzuwachs, die Reinigungswirkung u. a. Eine aerobe Schlammstabilisierung wurde bei einer Belastung < 0,1 kg BSB_5/kg TS · d erreicht. Die spezifischen Abbaugeschwindigkeiten betragen in diesem Fall kaum 4 mg BSB_5/g TS h. Der BSB_5 des gereinigten Abwassers beträgt 15 bis 20 mg/l. Bei einer Belastung von 0,1 bis 0,5 kg TS · d arbeiten die Anlagen unter den Bedingungen einer vollständigen biologischen Reinigung.
Die spezifischen Abbaugeschwindigkeiten für die organischen Inhaltsstoffe liegen bei 5 bis 20 mg BSB_5/g TS h. Der BSB_5 des gereinigten Abwassers übersteigt nicht 15 mg/l. Ein hochbelasteter Prozeß für eine unvollständige Reinigung findet bei einer BSB_5-Schlammbelastung von 1,0 bis 3,0 kg BSB_5/kg TS · d statt. Bei spezifischer Abbaugeschwindigkeit der Verunreinigungen von über 100 mg BSB_5/g TS · h beträgt der BSB_5 im gereinigten Abwasser über 40 mg/l. Dieser Prozeß findet bei einer Schlammbelastung von 3,0 bis 5,0 kg BSB_5/kg TS d statt. Somit nimmt die spezifische Abbaugeschwindigkeit der Verunreinigungen mit steigender Belastung zu, die Qualität des gereinigten Abwassers geht jedoch zurück.

In der UdSSR wird die Reinigungsqualität bei der Abwasserbehandlung gemäß den Grenzwertkonzentrationen in den „Vorschriften zum Schutz von Oberflächenwasser von Verunreinigung mit Abwässern" festgelegt. Meistens wird eine Ablaufqualität gefordert, die einer vollbiologischen Abwasserreinigung entspricht oder diese übertrifft. Der biochemische Sauerstoffbedarf (BSB) des gereinigten Abwassers darf maximal 15 mg/l betragen.

Eine Steigerung der spezifischen Abbaugeschwindigkeit der organischen Verunreinigung ohne Rückgang der Reinigungsqualität kann durch Erhöhung der Sauerstoffverhältnisse des Systems der biologischen Reinigung als Ganzes erreicht werden. Die Verbesserung der aeroben Bedingungen erfolgt entweder durch ständige Luftzufuhr im Trennstadium, d. h. biologische Reinigung mit anschließender Flotationstrennung des Abwasser-Belebtschlamm-Gemisches, oder durch Schaffung eines größeren Vorrats an gelöstem Sauerstoff im Belebungsbecken (z. B. biologische Reinigung unter Verwendung technischen Sauerstoffs). Die Erhöhung des O_2-Eintrages ermöglicht eine Steigerung der spezifischen Abbaugeschwindigkeit der Verunreinigungen um etwa 50 %. Bei erhöhtem Sauerstoffeintrag ist eine Senkung der Belebtschlammzunahme und eine Verbesserung der Sedimentationseigenschaften des Belebtschlamms zu beobachten, wodurch das Problem der Schlammbehandlung erleichtert wird. Aus diesem Grunde entsprechen derartige Systeme in großem Maße den Grundprinzipien der intensiven biologischen Reinigung, d. h. Steigerung der spezifischen Entnahmegeschwindigkeit von Verunreinigungen bei gleichzeitiger Senkung der Menge an Überschuß-Belebtschlamm.

In allen Fällen ist es für die Intensivierung des biologischen Prozesses von Nutzen, die Menge an Mikroorganismen, d. h. den Belebtschlammgehalt zu erhöhen. Eine Erhöhung der Menge an Mikroorganismen verändert ihre Lebensbedingungen, besonders auch die Bedingungen der Versorgung der Zellen mit Nährstoffen und Sauerstoff. So sinken bei der Reinigung städtischer Abwässer (vollständige biologische Abwasserreinigung mit einem BSB_5 bis zu 200 mg/l) die spezifischen Abbaugeschwindigkeiten der Verunreinigungen mit höherem Schlammgehalt über 2 g/l. Die Senkung ist umso stärker, je kleiner die Konzentration des ankommenden Abwassers ist. Bei einem Zulauf-BSB_5 von 150 mg/l führt eine Erhöhung der Biomasse von 2 auf 6 g/l zur Senkung der spezifischen Abbaugeschwindigkeit um 48 %, bei einem BSB_5 des ankommenden Abwassers von 300 mg/l lediglich um 25 %.
Zur Realisierung von Prozessen mit höherer Belebtschlammkonzentration ist der Einsatz neuer bzw. die Vervollkommnung der vorhandenen Nachkläreinrichtungen erforderlich. Durch die traditionellen Nachklärbecken wird der Trockensubstanzgehalt im Belebtschlamm im allgemeinen auf 3 g/l begrenzt. Die Anwendung von Prinzipien der Flockung und des Absetzens in der Wirbelschicht ermöglicht eine Intensivierung der biologischen Reinigung durch Erhöhung des Schlammgehalts über 3 g TS/l.
Ein vielversprechendes Trennverfahren für Abwasser-Belebtschlamm-Gemische mit erhöhter Biomassekonzentration ist die Flotation. Die Besonderheit der biologischen Reinigung mit Trennung des Abwasser-Belebtschlamm-Gemisches durch Flotation ist die getrennte Reinigung und nachfolgende Abtrennung des gereinigten Abwassers vom Belebtschlamm bei kontinuierlicher Luftzufuhr, d. h. unter aeroben Bedingungen. Der Ersatz des Nachklärbeckens durch eine Flotationsanlage bei gleicher Belastung des Belebtschlamms ermöglicht eine weitergehende Reinigung bezüglich der Beseitigung organischer Verunreinigungen.
Bei gleicher Reinigungsqualität schafft die Trennung des Schlammgemisches mittels Flotation Bedingungen für einen biologischen Prozeß mit einer etwa 1,5fach höheren spezifischen Abbaugeschwindigkeit. Um eine vollständige biologische Reinigung unter diesen Bedingungen zu erreichen, kann die spezifische Abbaugeschwindigkeit der Verunreinigungen mit 30 mg BSB_5/g TS · h angenommen werden. Bei erhöhter Sauerstoffversorgung werden besonders günstige Bedingungen für die Belebtschlammorganismen mit nitrifizierender Wirkung geschaffen. Im Belastungsintervall von 0,2 bis 0,6 kg BSB_5/kg Ts d erreicht der Gehalt an Ammoniumstickstoff eine Restkonzentration von 5 bis 6 mg/l. Bei gleicher Belastung schwankt der Gehalt an Ammoniumstickstoffverbindungen im gereinigten Abwasser im Belebtschlammbecken mit Nachklärbecken zwischen 10 und 20 mg/l.
Die Erhöhung des Sauerstoffeintrages schwächt den Grad der Senkung der spezifischen Abbaugeschwindigkeiten bei steigender Schlammkonzentration etwas ab. Während die Erhöhung der Schlammkonzentration von 2 auf 6 g/l im System Belebungsbecken – Nachklärbecken eine Senkung der spezifischen Abbaugeschwindigkeit um 48 % bewirkt, sind es im System Belebtschlammbecken – Flotationsbehälter lediglich 26 %. Die

Änderung der Sauerstoffversorgung hat einen beträchtlichen Einfluß auf die Flockungseigenschaften und den Belebtschlammzuwachs. Es bildet sich ein kompakterer und dichterer Schlamm, der sich vom Wasser leichter abtrennen läßt. Im Belastungsbereich des Schlamms von 0,2 bis 1,0 kg BSB_5/kg TS.d schwankt die Größe des Schlammindexes von 50 bis 70 cm^3/g im Vergleich zu 60 bis 170 cm^3/g bei der Kombination mit traditionellem Nachklärbecken.
Bei der Entwässerung des flotierten Schlamms wird der Umfang an Anlagen zur Schlammbehandlung sowohl durch höhere Konzentration an Trockensubstanz von 25 bis 50 g/l als auch durch Steigerung der Wasserabgabe verringert.
Bei Trennung des Abwasser-Belebtschlamm-Gemisches mittels Flotation wird eine vollständige biologische Reinigung der städtischen Abwässer mit einem Zulauf-BSB_5 von 100 bis 400 mg/l nach etwa 2 h bei einer Belebtschlammkonzentration von 3 bis 8 g/l erreicht. Die Dauer der Trennung mittels Flotation beträgt etwa 40 min.

Ein anderes Verfahren zur Erhöhung der Aerobität des Systems der biologischen Reinigung ist die Durchführung des Prozesses bei höheren Konzentrationen des gelösten Sauerstoffs im Belebtschlammbecken. Die Konzentration des gelösten Sauerstoffs von 8 mg/l wird durch Einsatz technischen Sauerstoffs oder Luft; mit Sauerstoff angereichert, realisiert. Mit Hilfe des technischen Sauerstoffs ist es möglich, den Anlagenumfang sowie den Energieverbrauch für das Lösen des Sauerstoffs zu senken. Die technisch-ökonomischen Kennziffern, besonders der Energieverbrauch, werden vorwiegend vom Nutzungsgrad des Sauerstoffs bestimmt.
Um Bedingungen für den Einsatz des technischen Sauerstoffs zu schaffen, wurden in der UdSSR geschlossene Anlagen entwickelt, die einen hohen Ausnutzungsgrad des Sauerstoffs gewährleisten. Der Einsatz von geschlossenen Anlagen in städtischen Reinigungsanlagen ist jedoch mit Schwierigkeiten verbunden. Diese sind durch die komplizierte Konstruktion sowie durch die erforderliche Abdichtung bedingt. Deshalb wird gegenwärtig an einer Technologie zur biologischen Reinigung städtischer Abwässer in offenen Anlagen gearbeitet. Es wurden Belüftungsvarianten für offene Anlagen konzipiert, die eine erhöhte Ausnutzung des Sauerstoffs gewährleisten.
Dazu gehört z. B. ein System, das auf einem Druckverfahren unter Verwendung des Prinzips der Druckluftflotation beruht.
Der biologische Prozess unter Verwendung von technischem Sauerstoff ist wie das Verfahren der Trennung des Abwasser-Belebtschlamm-Gemisches mittels Flotation durch einen Anstieg der spezifischen Abbaugeschwindigkeit etwa um das 1,5fache gekennzeichnet. Gleichzeitig wird eine Verminderung des Überschußschlammanfalls sowie eine Verbesserung der Absetzeigenschaften erreicht. Die starke Nitrifizierung des gereinigten Abwassers ist eine Besonderheit der Arbeitsweise der offenen Anlagen.

Ein weiterer Weg zur Intensivierung der biologischen Abwasserreinigung ist die Zugabe von Chemikalien. Die Abwasserbehandlung mit Chemikalien kann im Belebungsbecken oder vor den Anlagen für die Abtrennung des Belebtschlamms, also Nachklärbecken oder Flotationsbehälter, realisiert werden. Die Behandlung mit Chemikalien im Belebungsbekken wird bei erhöhter Belebtschlammkonzentration empfohlen. Als Chemikalie kann Eisensulfat eingesetzt werden, das zweiwertiges Eisen enthält. Um eine toxische Wirkung des Eisens auf den Belebtschlamm zu vermeiden, darf die Eisenbelastung 5 mg Fe_2O_3 auf 1 g aschefreien Belebtschlamm nicht übersteigen. Aus diesem Grunde sind die Biomassekonzentration und die Chemikaliendosierung aufeinander abzustimmen. Zum Beispiel muß bei Zugabe von 25 mg/l Eisensulfat in das Belebtschlammbecken die Schlammenge mindestens 7 g/l betragen. Der Prozeß wird bei einer Konzentration des gelösten Sauerstoffs im Belebungsbecken von mindestens 5 mg/l realisiert. Bei der Chemikalienzugabe vor dem Nachklärbecken können Eisen(III)- oder Aluminiumsalze verwendet werden.
Der Einsatz von Chemikalien bei der biologischen Abwasserreinigung gewährleistet eine Senkung des Gehalts an Phosphorverbindungen sowie eine zusätzliche Eliminierung organischer Verbindungen um 30 bis 50 %. Außerdem verbessert die Zugabe von Eisensalzen die Sedimentationseigenschaften des Belebtschlamms und verringert den Verbrauch von Flockungsmitteln bei mechanischer Schlammentwässerung.

Die neuen technischen Lösungen sowie die angewandten Verfahren zur Intensivierung der biologischen Abwasserreinigung ermöglichen insgesamt eine Verbesserung der technisch-ökonomischen Prozeßkennziffern.

Zur landwirtschaftlichen Verwertung des Klärschlamms aus kommunalen und Gebrauchsabwässern (Österreich)

Die zweckmäßigste Beseitigung der im Ergebnis der Reinigung von kommunalen und Gebrauchsabwässern gewonnenen Klärschlämme ist deren landwirtschaftliche Verwertung. Obwohl ihre Zusammensetzung nicht gleichbleibend ist, beläuft sich ihr Gehalt an organischen Substanzen auf 40 bis 50 % (in einzelnen Fällen erreicht er 80 %), an Stickstoff und Phosphor auf 1,5 bis 5 %, an Kalium auf 0,1 bis 0,3 %, an Kalk auf 4 bis 6 % und an Magnesium auf 0,6 bis 2 %. Dazu kommen geringe Mengen an Schwermetallen (Zn, Cu, Ni, Cr, Cd, Pb, Hg u. a.). Eine Klärschlammenge von 0,52 bis 1,5 l mit einem Feuchtigkeitsgehalt zwischen 93,5 und 96,0 % entspricht einer Menge von 35 bis 66 g Trokkensubstanz je Einwohner/d (in Abhängigkeit vom Typ der Reinigungsanlagen).

Bei der Ermittlung der Klärschlammenge, die für Düngezwecke eingesetzt werden darf, wird der Stickstoff als die limitierende Substanz angesehen. Als annehmbare Größe werden in der Regel 5 t/ha (nach dem Trokkensubstanzgehalt) oder ungefähr 100 m^3/h a zugrunde gelegt. Anhand dieser angeführten Größen ist es möglich, jene landwirtschaftliche Nutzfläche zu bestimmen, die für die Beseitigung des Abwasser-Klärschlamms aus diesem oder jenem Siedlungszentrum erforderlich ist.
Bei der landwirtschaftlichen Verwertung sind Abwasser-Klärschlämme mit einem möglichst geringen Schwermetallgehalt zu bevorzugen, weil die Schwermetalle im Boden akkumuliert werden. Der Einsatz von Klärschlamm empfiehlt sich nur dann, wenn dieser mindestens 20 Tage lang bei einer Temperatur von 30 bis 35 °C ausgefault worden ist. Nach dieser Behandlung wird er – im Sinne der Verbreitung von Infektionskrankheiten – für ungefährlich angesehen.
Zweckmäßig erscheint die Einarbeitung des Klärschlamms in flüssigem Zustand, mit einem Feuchtigkeitsgehalt zwischen 90 und 95 %, und zwar in der Periode nach der Erntebergung bis zum Beginn der nächsten Vegetationsperiode. Es empfiehlt sich nicht, Klärschlamm in stark hängigem Gelände oder auf Schnee auszubringen, weil damit immer die Gefahr seines Auswaschens und damit der Verschmutzung von Oberflächengewässern oder des Grundwassers verbunden ist.
Damit die Pflanzen die im Klärschlamm enthaltenen biogenen Substanzen möglichst effektiv verwerten, sollte zwischen den Einbringungsterminen auf ein und derselben Fläche eine Pause von 1 bis 2 Jahren eingelegt werden. Weideflächen, die mit Klärschlamm versorgt worden sind, können erst 2 bis 3 Monate nach der Einarbeitung wieder genutzt werden. Für Flächen, auf denen Gemüse- und Futterkulturen zum Frischverbrauch angebaut werden sollen, ist eine Klärschlammanwendung nicht zulässig. Klärschlämme von Abwässern aus Industriebetrieben (mit Ausnahme der Lebensmittelindustrie) sind für eine Verwendung als Düngemittel ungeeignet.
Spezielle Untersuchungen zum Einfluß von Klärschlämmen – die als Düngemittel mit dem Bewässerungswasser ausgebracht wurden – auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Böden und die Ertragsleistungen der Kulturen wurden auf grauen Lößböden und graubraunen Podsolböden, die mit Zuckerrüben und Mais bestellt waren, durchgeführt. Dabei wurden mehrere Düngungsvarianten praktiziert (einmaliges bzw. mehrmaliges Klärschlammeinarbeiten mit und ohne Mineraldüngemittel).

Bei normaler Bearbeitung der Böden, auf denen Klärschlamm für Düngezwecke eingesetzt wurde, stimmten der *p*H-Wert, der Gehalt an anorganischem Kohlenstoff und die Kationen-Austauschfähigkeit mit den entsprechenden Werten der Böden ohne Düngeraufwendung überein. Lediglich in der Schicht bis zu einer Tiefe von 5 cm wurden ein Ansteigen des Gehalts an organischem Kohlenstoff und eine Erhöhung der Kationen-Austauschfähigkeit festgestellt. Dabei wurde beobachtet, daß mit steigenden Klärschlammengen für Düngezwecke der *p*H-Wert auf den Podsolböden anstieg, während der auf den Lößböden absank. Bei beiden Bodenarten erhöhte sich mit der aufgewandten Klärschlammenge auch der Gehalt an Phosphor, während der Kaligehalt unverändert blieb. *H. Krauß*

Trends bei der Intensivierung der Schlammwirtschaft in Kläranlagen der ČSSR

Ing. Miroslav SEDLACEK, CSc.
Wasserwirtschaftliches Forschungsinstitut Prag

Intensivierungsmaßnahmen in bestehenden Kläranlagen, deren Ziel die Verbesserung des Reinigungseffektes der Abwasserbehandlung ist, haben größtenteils einen ungünstigen Einfluß auf die Schlammwirtschaft in diesen Kläranlagen. Die erhöhte Produktion der biologischen Schlämme mit geringem Feststoffgehalt im Schlamm führt häufig zu einem verschlechterten Ablauf der nachfolgenden Prozesse der Schlammbehandlung, d. h. der Eindickung, Stabilisierung und Entwässerung.
Das gegenwärtige Ziel der Forschung und Entwicklung in der ČSSR ist das Bestreben, wertvolle Stoffe aus den Abwasserschlämmen zu gewinnen und zu verwerten sowie die Schlämme ggf. unschädlich zu machen. Eine mehrjährige intensive Forschung wird auf dem Gebiet der Ausnutzung der biologischen Schlämme, besonders aus der Nahrungsmittel-, Papier- und Zellstoffindustrie, als biomineralisches Futtermittel für Haustiere betrieben. In einigen Fällen wurden schon positive Resultate im Betriebsmaßstab erreicht. Abwasserschlämme aus Gemeinschaftskläranlagen für städtisches und industrielles Abwasser können am besten für agrochemische Zwecke verwendet werden, und zwar sowohl für direktes Düngen bzw. für Rekultivierungszwecke als auch zur Herstellung von industriellen Komposten. Die übrigen Verfahren des Unschädlichmachens (mit Ausnahme von Ablagerungen), wie z. B. Verbrennung, werden in der ČSSR nur ausnahmsweise angewendet und nur in der Industrie. Dieser Trend steht im Einklang mit den Betriebserfahrungen und den Vorhaben anderer europäischer Länder, wo etwa 81 % der Schlämme in der Landwirtschaft (Rekultivierung, Düngung) verwendet und nur 19 % in anderer Weise unschädlich gemacht werden. /1/

Grundsätzliche Trends in der Intensivierung der Schlammbehandlung

Die Ergebnisse der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie der großtechnischen Betriebserfahrungen zeigen, daß die größte Aufmerksamkeit bei der Lösung des Problems der Intensivierung der Schlammwirtschaft den folgenden Prozessen der Schlammbehandlung gewidmet werden muß:
Eindickung – Homogenisierung – Konditionierung – Stabilisierung – Entwässerung und Transport.

In diesem Beitrag sollen einige positive Resultate, die bei der Lösung der Problematik der Intensivierung der Schlammbehandlung in der ČSSR erzielt wurden, dargestellt werden.

Schlammeigenschaften

Die Kenntnis der grundsätzlichen physikalischen Eigenschaften, aber auch der chemischen Zusammensetzung der Schlämme beeinflußt direkt die Wahl der Schlammbehandlungsprozesse sowie auch ihre effektive Betriebsführung. In den letzten Jahren wurden die Gesamtvorschriften für die physikalische und chemische Schlammanalyse /2/ ausgearbeitet. Diese empfohlenen Methoden schließen auch Methoden der Schlammbeurteilung aus technologischer Sicht ein und enthalten außerdem radiochemische und mikrobiologische Analysenmethoden. Ausgewählte Grundmethoden wurden standardisiert. /3/
Weitere Forschungsarbeiten im Bereich der Schlammanalytik befaßten sich mit der Bestimmung der Partikelgröße als dominante Eigenschaft des Schlamms, die die physikalischen Eigenschaften der Schlämme beeinflußt /4, 5/, und zwar mittels der Methode der Naßsiebung, ggf. mit Hilfe der Ultraschalltechnik, ferner mit der Standardisierung der Methoden des $HClO_4$-, HNO_3- und HF-Auszuges zur Bestimmung der Schwermetalle in den Schlämmen /6/ und mit Methoden zur Bestimmung von Erdölstoffen und Alkali-Metallen in Schlämmen. /7, 8/

Standardisiert wurden auch einige technologische Tests, wie z. B. die Bestimmung der Entwässerungsfähigkeit der Schlämme /9/ und Flockungstests. /10/ Zur Einführung der Methoden in die Praxis der Laboratorien der Wasserwirtschaft bewährte sich die Form der sogenannten Ringanalyse /12/, die gleichzeitig auch Unifizierungsabsichten verfolgt. Die Aufgabe für die Zukunft ist die Vereinheitlichung einiger Prozesse der Schlammanalyse zwischen den Wasserwirtschafts- und Landwirtschaftslaboratorien. Durch die Einführung von Bezirksbetrieben für Wasserversorgung und Abwasserbehandlung mit methodischer Unterordnung von Betriebsbereichen im Kreismaßstab wurden in der ČSSR Bedingungen zur Verbesserung der Tätigkeit der Laboratorien erreicht. Die Bezirks-Betriebs-Laboratorien sichern dann die anspruchsvolleren und spezielleren Schlammanalysen (Schwermetalle, Erdölstoffe, usw.).

Schlammeindickung

Wenn wir die technologischen Prozesse der Schlammentwässerung vom Gesichtspunkt des elektrischen Energiebedarfs vergleichen, der zur Abtrennung von 1 m³ Schlammwasser nötig ist, so erhalten wir nach *Kalbskopf* /12/ die in Tafel 1 genannte Einordnung der einzelnen Verfahrensstufen.

Tafel 1
Einordnung der einzelnen Verfahrensstufen

Prozeß	elektrischer Energieverbrauch (kWh/m³ abgetrenntes Schlammwasser)
Eindickung	10^{-3} bis 10^{-2}
Entwässerung	100 bis 10^{1}
Trocknung	10^{3}

Aus dem Vergleich des Energiebedarfs geht die Notwendigkeit der systematischen Anwendung der Schlammeindickung in Kläranlagen hervor. Dadurch können erhebliche Energieersparnisse beim eigentlichen Prozeß der Schlammwasserabtrennung erreicht werden, abgesehen von der günstigen Beeinflussung der weiteren technologischen Elemente. Am markantesten wird dabei der Prozeß der Schlammfaulung beeinflußt, und zwar sowohl infolge der möglichen Vergrößerung der Volumenbelastung bzw. Aufenthaltszeit als auch durch höhere Schlammkonzentration in den Faulräumen. Dadurch wird eine weitergehende Zersetzung der organischen Stoffe und damit eine höhere absolute und spezifische Produktion des verwendbaren Biogases erreicht.
Aus der Bilanz der anfallenden Mengen von rohen Mischschlämmen in städtischen Kläranlagen der ČSSR wurde das Volumen der erzeugten Schlämme in der Größenordnung von $5{,}83 \cdot 10^6$ m³/a ($\approx 9{,}2 \; 10^6$ Einwohnergleichwerte) ermittelt. Wenn man etwa 25 % Volumenreduzierung als Effekt des Eindikkungsprozesses in Betracht zieht, würde es zu einer Herabsetzung des Rohschlammvolumens um etwa $1{,}5 \cdot 10^6$ m³/a kommen. Diese Erwägung als auch vorhergehende Folgerungen heben die Bedeutung des Schlammeindickungsprozesses hervor. Die Ergebnisse früherer Forschungsarbeiten /13, 14/ bestätigten, daß langsames Mischen der Eindikkungszone ein Verdoppeln der Oberflächenbelastung der Eindicker ermöglicht. Die chemische Vorbehandlung der Schlämme erhöht die Feststoffbelastung bis zum Fünffachen.
In einer Forschungsarbeit wurde die Problematik der Intensivierung der Rohschlammeindickung durch Rezirkulation anaerob stabilisierter Schlämme untersucht. Dieses Vorgehen soll sowohl laut ausländischer /15, 16/ als auch inländischer Autoren /17/ eine Reihe von Vorteilen mit sich bringen. Dazu gehört besonders die Verbesserung des Nutzeffekts der Eindickung und Stabilisierung, die Möglichkeit einer ausgeprägten Erhöhung der Faulraumbelastung, Impfung des Schlamms und Verbesserung seiner Entwässerungseigenschaften.
Der Eindickungsprozeß hat auch einen bedeutenden Einfluß auf die mechanische Ent-

wässerung der Schlämme. Die mechanische Entwässerung erfordert eine optimale Konzentration des Feststoffgehalts im zugeführten Schlamm. Die optimale Konzentration ist dabei von der Art des zu bearbeitenden Schlammes und vom Typ der verwendeten mechanischen Einrichtung abhängig. Eine Erhöhung der Schlammkonzentration macht sich durch die Erhöhung der Stoffbelastung bei konstanter Volumenleistung günstig bemerkbar, und zwar sowohl bei den Zentrifugen als auch bei den Filteranlagen (Siebbandpressen, Druckpressen, Vakuumfilter). Grenzwerte der maximalen Konzentration sind die hydraulischen Widerstände bei der Förderung in den Rohrleitungen, das eigentliche Pumpen des Schlammes, die optimale Konzentration der Suspension bei der Schlammflokkung, d. h. die Konzentration, die noch nicht die schnelle und gute Mischung des Schlammes mit einem Konditionierungsmittel behindert. Für Faulschlämme aus kommunalen Kläranlagen liegt die optimale Konzentration der Feststoffe zwischen 3 und 6 %.

Schlamm-Homogenisierung

Die Stabilität der Qualitätsparameter des Schlamms, repräsentiert durch einen konstanten Feststoffgehalt, beeinflußt vor allem den Schlammentwässerungsprozeß aus technologischer und ökonomischer Sicht. Die Konstanz des Feststoffgehalts im Schlamm (aber auch anderer Parameter) hat einen günstigen Einfluß sowohl auf die Optimalleistung der Entwässerungsanlage (maximale Stoff- und Volumen-Belastung der Maschine) als auch auf die Konditionierung der Schlämme (optimale Flockungsmitteldosis). Betriebserfahrungen haben gezeigt, daß hierdurch eine etwa 20prozentige Erhöhung der Entwässerungsanlagenleistung bei Zentrifugen und Siebbandpressen und eine etwa 30prozentige Senkung der Kosten für Konditionierungsmittel bei mechanischer Schlammentwässerung erreichbar sind. Als Intensivierungsmaßnahmen gelten auch die Optimierung des Betriebes durch Errichtung von Schlammspeicherräumen, die die meisten Kläranlagen mit geschlossener Faulung in der ČSSR besitzen. Diese offenen Betonbehälter (Durchmesser 12 bis 20 m ohne Mischeinrichtung) erfüllten in den meisten Fällen ihre ursprüngliche Funktion der Schlammeindickung nicht.

Betrieblich wurde eine Methode zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Schlammeindickung und zur Verbesserung der Trennung von Schlamm und Wasser überprüft und realisiert./17/ Die Methode beruht auf der Optimierung des Mischungsbetriebes dieser Behälter mittels Mammutpumpen, die innerhalb oder außerhalb dieser Behälter angebracht sind. Der Schlamm wird dabei aus dem unteren Teil des Behälters abgesaugt und tangential etwa 1 m unter dem Spiegel des Behälters ausgelassen. Zum Mischen des Behälters mit einem Durchmesser von 20 m benötigt man sechs Mammutpumpen mit einem Durchmesser von 200 mm. Gleichzeitig wurde auch ein Regimevorschlag (Zeitprogramm von Mischen und Eindicken) für diese Behälter ausgearbeitet. Der Prozeß wurde in sieben Kläranlagen realisiert, wobei eine deutliche Verbesserung der Schlammwassergüte sowie eine bessere Eindickungsleistung um 25 bis 30 % erreicht und zugleich ein günstiger Einfluß auf die Vereinheitlichung der Schlammqualität erzielt wurde.

Schlammkonditionierung

Eine effektive mechanische Schlammentwässerung (auf Siebbandpressen, Zentrifugen, Vakuumfiltern) wird nur durch Anwendung von Flockungsmitteln erreicht. Mit Ausnahmen kann man ohne vorhergehende Konditionierung auch einige industrielle oder landwirtschaftliche Suspensionen mit günstigen Partikelgrößen entwässern. In letzter Zeit ist nach ausländischen sowie inländischen Erfahrungen das Bestreben zur Intensivierung der Schlammentwässerung auf Filterpressen (Druckfiltern) infolge Konditionierung des Schlamms mittels Polymerflockulanten zu beobachten.
Die Flockung der Schlämme erreicht man größtenteils durch Dosierung von polymeren Flockungsmitteln. Das Prinzip der Wirkung des Flockungsprozesses hängt von der Kombination folgender Mechanismen ab /14/:
– Neutralisierung der Partikelladung in der Lösung (Reduzierung des elektrokinetischen Potentials),
– Überbrückung der suspendierten Partikel durch lange Ketten hochmolekularer Polymere infolge Adsorption auf der Oberfläche von mehr als einem Partikel, die so zusammengebunden werden.
Die Effektivität der Wirkung der polymeren Flockungsmittel wird einerseits von der Art des Schlamms und andererseits vom Typ des Flockungsmittels beeinflußt. Beim Flockungsmittel ist es dann besonders die Dissoziationsfähigkeit, die Größe der hydrolisierten Ladung und das Molekulargewicht. Die Optimierung der Wahl des Flockungsmittels für den gegebenen Schlammtyp und den spezifischen Entwässerungsprozeß ist auch von ökonomischen Gesichtspunkten abhängig. Der Preis des Flockungsmittels steigt mit dem höheren Molekulargewicht sowie mit dem Grad der hydrolisierten Ladung (Grad der Ionogenität). Aus dem Wirkungsmechanismus der polymeren Flockungsmittel geht hervor, daß die Flockungsmitteldosis vom Feststoffgehalt des Schlamms abhängt. Das Flockungsmittel und die Größe der Dosis können an Hand von Labortests /10/ festgelegt werden. Auf der Grundlage der Ergebnisse der so durchgeführten Tests kann man die Art und die Stelle der Flockungsmitteldosierung bestimmen, die dann im Betriebsmaßstab überprüft werden muß.

Schlammentwässerung

Die mechanische Schlammentwässerung trat in den letzten Jahren in den Vordergrund des Interesses. Diese Situation ist durch Reduzierung des Wassergehalts des Schlamms für die landwirtschaftliche Verwertung – trotz gleichzeitiger Erhöhung der Kosten für die Schlammbehandlung – durch Mangel an Arbeitskräften und Ersatz körperlich schwerer Arbeit durch Mechanisierung gekennzeichnet. Nicht zuletzt unterstützen diesen Trend auch der Mangel an Transportmitteln (Groß-Volumen-Tankfahrzeuge), die hohen Transportkosten und die Treibstofflimite.

Zentrifugation

Derzeit sind in der ČSSR sieben bis acht Zentrifugen in städtischen Kläranlagen in Betrieb. Es handelt sich um ausländische Typen. Sie werden für die Entwässerung anaerob und aerob stabilisierter Schlämme eingesetzt. In allen Fällen wird eine Vorbehandlung mittels kationischer Flockungsmittel angewendet. Im Stadium der Testung befindet sich derzeit die Zentrifugation biologischer Schlämme ohne polymere Flockungsmittel. Die erreichten Werte der Schlammtrockensubstanz von 6 bis 8 % reihen jedoch diesen Prozeß eher in den Bereich der maschinellen Schlammeindickung ein. In Vorbereitung ist auch der Ankauf einiger Zentrifugen aus der DDR.
Die durchschnittliche Leistung der installierten Zentrifugen ist für den kleineren Typ 3 bis 5 m^3/h bzw. 6 bis 8 m^3/h für den größeren Typ. Die Flockungsmitteldosis beträgt 3 bis 5 g/kg Feststoffgehalt, der entwässerte Schlamm hat einen Feststoffgehalt von 12 bis 15 % (aerobe Stabilisierung) bzw. 20 bis 28 % (anaerobe Stabilisierung), das Fugat enthält 0,2 bis 0,6 g/l bzw. 0,6 bis 0,9 g/l Feststoffe, der Zentrifugationseffekt beträgt rund 95 %. Die Konsistenz des entwässerten Schlamms ist jedoch größtenteils breiig. Der Energieaufwand beträgt 1,6 kWh/m^3 Naßschlamm, die Betriebskosten betragen 10 Kčs/m^3, die Gesamtselbstkosten 22,8 Kčs/m^3 Schlamm. /19/
Eine bisher ungeklärte Frage bleibt jedoch die Lebensdauer der Austragsschnecke, die besonders bei der Entwässerung von abrasiven Schlämmen geringer ist und die die Entwässerungskosten erheblich beeinflußt.

Schlammentwässerung auf Siebbandpressen

Bis 1985 sollen in der ČSSR etwa 25 Siebbandpressen aus Import zur Schlammentwässerung installiert werden. Außerdem sind schon jetzt einige Siebbandpressen inländischer Produktion installiert worden. Sehr gute technische und auch ökonomische Ergebnisse erzielten die Betriebstests dieser Maschinen in der Prager Kläranlage und gegenwärtig auch in Brno. Für Prag wurden die Selbstkosten im Bereich von 16,7 bis 21,4 Kčs/m^3 je nach der Anzahl der Arbeitsschichten (1 bis 3/d), ggf. nach der Zahl der Arbeitstage in der Woche (5 bis 7), errechnet. Die Flockungsmitteldosis beträgt 2 bis 4 g/kg Trockensubstanz, der entwässerte Schlamm hat 24 bis 30 % Trockensubstanz.
Bei zufriedenstellender Filtratqualität ist der Energiebedarf niedriger als bei Zentrifugen (0,4 bis 0,8 kWh/m^3 Schlamm). Im ökonomischen Vergleich mit der Schlammentwässerung auf Lagunen (42,2 Kčs/m^3) und auf Schlammentwässerungsplätzen (20 Kčs/m^3) ist die Methode auch günstig.
Der langdauernde Betrieb der Siebbandpressen in tschechoslowakischen Kläranlagen bestätigte
– die Notwendigkeit des guten technischen Niveaus der Bedienung (bei der Montage hat eine qualifizierte Ausführung großen Einfluß auf den kontinuierlichen und störungsfreien Lauf der Maschinen und beeinflußt auch die Ökonomie des Prozesses),
– die Art und Lebensdauer der Siebbänder (im großen Maß beeinflussen sie die Leistungsfähigkeit der Entwässerung und die Leistung der Anlage) sowie
– den großen Einfluß auf die Leistung der Maschinen, auf den Bedarf an Flockungsmitteln und Ersatzteilen und damit insgesamt auf die Betriebskosten durch die Ausgeglichenheit der Prozeßparameter des Schlamms sowie der Maschinen.

Vakuumfiltration

Im Betriebsmaßstab ist mit genügender Effektivität ein Vakuumfilter mit getrennter Filter-

tuch-Regeneration (Hersteller KPS Brno) überprüft worden. Gleicherweise wie die übrigen Filterprozesse benötigt auch dieser Prozeß eine chemische Vorbehandlung der Schlämme mittels Flockungsmitteln bzw. mittels klassischer anorganischer Koagulanten (Eisen- und Aluminiumsalze, Kalk). In Ausnahmefällen ist es möglich, bei biologischen Schlämmen auch eine chemisch-thermische Vorbehandlung (durch Beigabe von Phosphorsäuren bis zu pH 2 und Erhitzung auf 80 °C) zu verwenden. Bei biologischen Schlämmen aus der Papier- und Zellstoffindustrie ist die Filtration auch ohne vorherige Aufbereitung der Schlämme möglich. Die Betriebsinstallation von Vakuumfiltern ist in der ČSSR noch nicht so stark verbreitet, um den vollen technisch-ökonomischen Vergleich mit den übrigen Schlammentwässerungsprozessen führen zu können.

Druckfiltration

Die betiebliche Anwendung von Schlammpressen in kommunalen Kläranlagen ist in der ČSSR noch nicht üblich. Zur Zeit sind jedoch inländische vollautomatische Einrichtungen mit quadratischen Rahmen auf dem Markt erhältlich. Im Entwicklungsstadium ist die Herstellung von Plypropylenrahmen als Ersatz für die bisherigen Aluminiumrahmen. Bei der Filtration von Klärschlämmen ist die vorhergehende Aufbereitung mit klassischen Koagulanten nötig, die einen hohen Feststoffgehalt im Schlammkuchen ermöglichen (40 % und mehr). Außer dem hohen Gewicht der Einrichtung, höherem Flächenbedarf, der Lebensdauer und dem Preis der Filtertücher ist ein großer Nachteil auch der hohe Energiebedarf des Prozesses (4 bis 10 kWh/m³ Schlamm).

Schlammtransport

Der Schlammtransport innerhalb der Kläranlage sollte schonungsvoll mit Rücksicht auf den ungünstigen Einfluß der Verschlechterung der physikalischen Schlammeigenschaften bei übermäßigem Pumpen besonders mittels Zentrifugalpumpen (direkter Zusammenhang mit der Erhöhung der feineren Anteile unter 20 μm) erfolgen. Die Intensivierung des Schlammpumpens zu größeren Entfernungen kann durch Zugabe hochmolekularer organischer Stoffe, die den Widerstand bei der Strömung herabsetzen, bei gleichzeitiger Erhöhung der Kapazität der Rohrleitung für den Schlammtransport erreicht werden. /22, 23/

Stabilisierung der Schlämme

Die Intensivierung des Prozesses der Schlammfaulung durch erhöhte Konzentration des Schlammfeststoffgehalts zur Erhöhung der spezifischen Produktion des energetisch verwendbaren Biogases ist in der ČSSR im Stadium der Forschung.

In einer Reihe städtischer Kläranlagen wurde bereits die Technologie der Mischung der Faulräume durch Gas eingeführt. Die intensive Mischung in dieser Weise bringt eine beträchtlich höhere Effektivität der Stabilisierung der organischen Stoffe als auch eine erhöhte Biogasproduktion mit sich.

In einigen Kläranlagen wurde ein Herabsetzen des Wärmeenergiedefizits durch gemeinsame Behandlung der Schlämme mit organischen Abfällen, wie z. B. Schweinegülle, erreicht. Im Entwicklungsstadium befindet sich auch die Verwertung des Biogases in den Sommermonaten.

Schlammverwertung

Auf Grund umfangreicher Forschungs- und Entwicklungsarbeiten wurden in der ČSSR methodische Hinweise für die Verwertung von Klärschlamm zur Fruchtbarmachung der Böden (Rekultivierung) als auch für die Düngung landwirtschaftlicher Flächen /25/ ausgearbeitet. Die Grundsätze für diese Schlammanwendung beruhen auf der Bestimmung der Meliorations- oder Düngedosen, die nach dem Gehalt an Stickstoff, organischen Stoffen und Schwermetallen im Schlamm festgesetzt werden.

Der Landwirtschaft in der ČSSR wurden gegenwärtig Aufgaben gestellt, jährlich mehr als 1,7 t industriellen Kompostes zu erzeugen. Die Verwertung des Schlamms in Komposten hat unumstritten eine Reihe von Vorteilen gegenüber der direkten Verwendung. Bei der Schlammkompostierung mit anderem saugfähigem Material kommt es zur Umwandlung der organischen Masse zu organischen Stoffen mit einem Humusgehalt und gleichzeitiger Herabsetzung der pathogenen Mikroorganismen bei Temperaturen von 55 bis 65 °C (Kompostierung von festen, zerkleinerten Abfällen mit 28 bis 33 % flüssigen Klärschlamms). In der ČSSR-Norm für industrielle Komposte ist auch der Grenzgehalt von Schadstoffen, die in Pflanzen kumulieren können und für Konsumenten von Pflanzenprodukten gefährlich sind (z. B. übermäßige Mengen von Schwermetallen, Pestiziden, Mineralölen und biologisch wirkenden Residuen), angegeben.

Soweit es sich um den Betrieb der eigentlichen Kläranlagen handelt, können die Quellen solcher Schadstoffe entsprechend den derzeit gültigen ČSSR-Vorschriften stark begrenzt, ggf. vollkommen aus dem in die öffentliche Kanalisation gelangenden Abwasser ausgeschlossen werden.

Schlußfolgerung

Intensivierungsmöglichkeiten der Schlammwirtschaft in Kläranlagen führen zu zwei grundsätzlichen Zielen:

1. Erhöhung der Effektivität der Abwasserreinigung und Erhöhung der Kapazitätsleistung der Kläranlagen;
2. Ausnützung oder schadlose Unschädlichmachung der Schlämme am besten in der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion.

Durch systematische Kontrolle der Abwasser- und Schlammqualität und durch die Leitung der Technologie der Abwasserreinigung und Bearbeitung der Schlämme können die Schlammeigenschaften so standardisiert werden, daß die Schlämme nicht zum unbrauchbaren Abfall, sondern zu einem nützlichen Produkt der Kläranlage werden: Die Verwertung der Klärschlämme in der Landwirtschaft ist die zweckmäßigste Methode ihrer Unschädlichmachung, sowohl vom Gesichtspunkt der Volkswirtschaft als auch des Umweltschutzes aus. Die grundsätzliche Bedingung für ihre weitere Anwendung in der Landwirtschaft ist eine gute Zusammenarbeit zwischen den Organisationen der Landwirtschaft und der Wasserwirtschaft – die sowohl in der Vereinbarung über die Zusammenarbeit als auch in Detailplänen verankert ist – sowie die konsequente Kontrolle und technologische Disziplin.

Literatur

/1/ The Water Industry of Scandinavien. Effluent and Water Treatment J. **23** 1983, 12, S. 488–505

/2/ *Sedlacek, M.*, a kol.: Methoden der Analyse von Schlämmen und festen Abfallstoffen. SZN, Prag 1978

/3/ CSN 83 05 50: Fyzikalne chemicky rozbor kalu, cast 1–7 Vydavatelstvi UNM Praha, 1978, 44 s.

/4/ *Leschber, R.; Haacke, W.*: Klärschlammuntersuchung unter besonderer Berücksichtigung der Teilchengrößenverteilung. Vom Wasser **45**, 1975, S. 305–325

/5/ *Sedlacek, M.; Benc, J.*: Wat-sieving analysis of sludge suspensions. Hydrochemia '82. CSVTS-VUVH Bratislava, S. 317–331

/6/ *Maly, J.; Vitula, I.; Sedlacek, M.*: Priprava vyluhu pro stanoveni stopovych prvku. Ibid (5) str. 173–187

/7/ *Maly, J.; Vitula, I.; Sedlacek, M.*: Stanoveni alkalickych kovu v cistirenskych kalech. Ibid (6) 1983, S. 31–48

/8/ *Maly, J.*: Stanoveni extrahovatelnych latek v cistirensken kalu. Vyzkumna zprava ukolu C 16-331-202-03-01, JmVaK Brno 1981

/9/ *Sedlacek, M.*, a kol.: Interpretation of the Results of Suspension Dewaterability Measurements by the CST Method. Hydrochemia '82. CSVTS, VUVH Bratislava, S. 343–372.

/10/ *Sedlacek, M.*: Standardization of Flocoulations Test of the Chemical Pretreatment of Sludge Suspensions. Hydrochemia '83, CSVTS-VUVH Bratislava, S. 415–436

/11/ *Sedlacek, M.*: Complete Evaluation of the Inter-Laboratory Sludge Analyses. Hydrochemia '79. CSVT-VUVH Bratislava, S. 344– 370

/12/ *Kalbskopf, K. H.*: Theoretische Grundlagen, Bemessung und Verfahrensweise der Schlammeindickung. Schriftenreihe Gewässerschutz-Wasser-Abwasser. Band **6** 1971. T. H. Aacher

/13/ *Kovicek, Z.*: Zahustovani kalu. Vyzkumna zprava ukolu S-O-30-16. CVUT Praha, 1970

/14/ *Sedlacek, M.; Handova, Z.*: Intensification of Sludge Thickening and Dewatering Processes. Prace a Studie VUV c. 146. VUV-SZN Praha 1977

/15/ *Torpey, N. V.; Melbinger, R. N.*: Reduction of Digested Sludge Volume by Controlled Recirculation. JWPCF **39**, 1967, S. 1469

/16/ *Konstandt, J.*: Engineering Operation and Economics of Methane Gas Production in Hicrobial Energy Conversion. Pergamon Press, New York 1976

/17/ *Hvizdal, Z.*: Intenzifikace vyhnivani kalu. Cerpadla, potrubi, armatury. 1978, 2–3: 34–39

/18/ *Duron, R.*. Racionalizace provozu uskladnovacich nadrsi kalu. Metodicka prirucka c. 17 MLVH CSR Praha. DT Pardubice 1979

/19/ *Mikulas, M.*: Odvodnovani kalu z. COV na odstredivce. Vyzkumna zprava ukolu S-R-30-K-119. Hydroconsult Bratislava 1979

/20/ *Cely, J.*: Provon technicke a ekonomicke vyhodnoceni odvodnovani kalu pasovym lisem na UCOV Praha, Vyzkumna zprava ukolu P 16-331-238-04-01. PKVT Praha 1979

/21/ *Sedlacek, M.*: Odvodnovani cistirenskych kalu sovetskym kalolisem FPAKN. Sbornik – Kalolisy a kalolisovani. Prerov 1980. CSVTS Agroplan Brno, 1980. IV.-1-19

/22/ *Pollert, J.; Havlik, V.*: Hydraulicka doprava a jeji uplatneni pfi zparacovani a vyuziti kalu. Sbornik prednasek – Kalova problematika 80 – K. Vary 1980. DT CSVTS Ostrava, S. 63–81

/23/ *Pollert, J.*: Tomsuv jev a kalove suspenze. Kandid. disertsoni prace. CVUT – stavebni fakulta Praha, 1976

/24/ *Sedlacek, M.; Vacek, K.; Koubik, M.; Rejhclec, J.*. Sludge Treatment Technology and Ionizing Radiation. IAWPR Conference, Amsterdam 1984 (v tisku).

/25/ *Nerudova, M.*: Vyziti odvodnenych kalu z mestkych cestiren odpadnich vod ke zarodnani pud. Metodika pro zavadcni vysladku vyzkumu do praxe. UVTIZ Praha, 1978.

Schlammbehandlung in der Abwasserreinigungsanlage der Stadt Pécs

Dipl.-Ing. Karl BUERG
Projektierungsbüro für Tief- und Wasserbau Budapest

Kurzer geschichtlicher Überblick

Bei Baubeginn war die Abwasserreinigungsanlage so weit vom bebauten Gebiet entfernt, daß die Entwässerung des anfallenden Schlamms auf Erdsickerbeeten mit nachfolgender Erdabdeckung eine zweckmäßige Schlammbehandlungsmethode darstellte. Infolge einer vor etwa 20 Jahren abgeschlossenen Erweiterung stieg die Schlammenge bedeutend an. Mit fortschreitender Bebauung wurden Wohnhäuser und Industriebetriebe in der Nähe der Anlage errichtet. Aus den genannten Gründen mußten die bisher betriebenen Schlammteiche abgelassen werden. Im Rahmen der Modernisierung der Abwasserreinigungsanlage ergab sich die Notwendigkeit, für die Schlammbehandlung nach einer Lösung zu suchen, die die Geruchsbelastung in der Umgebung der Wohnsiedlung reduziert. Außerdem sollte gleichzeitig die Möglichkeit einer billigeren Schlammablagerung erforscht werden. Beide Ziele waren erreichbar, indem der anfallende Schlamm (Gemisch aus Primär- und Überschußschlamm) auf eine 3 km entfernte Flugaschehalde des Kraftwerkes gepumpt wurde. Die zuerst auf dieser Halde installierte Zentrifugieranlage erhöhte den Trockensubstanzgehalt des Schlamms von anfänglich 4 bis 5 % auf 20 bis 25 %. Der entwässerte Schlamm wurde anfangs der Flugasche untergepflügt und der so entstandene Boden bewaldet.
Diesem Verfahren folgte nach einigen Jahren die Errichtung einer Schlammtrocknungsanlage, die 1980 fertiggestellt wurde. Infolge des Ölpreisanstieges erhöhten sich die Betriebskosten der mit schwerem Heizöl betriebenen Einrichtung derartig, daß der Betrieb der Anlage den Betreiber mit einem großen finanziellen Mehraufwand belastete. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß noch keine entsprechenden Verwertungsmöglichkeiten für das getrocknete Granulat (z. B. behördliche Zulassung als allgemeines Bodenverbesserungsmittel) existierten. Mit der Schlammtrocknung konnten demzufolge keine Einnahmen erwirtschaftet werden. Daraus ergab sich die Forderung, das für das Betreiben der Trocknungsanlage notwendige Öl zu ersetzen und damit im Zusammenhang die gesamte Schlammbehandlungstechnologie zu rationalisieren. Dieses Ziel wird durch die Installation des Schlammfaulbetriebes verwirklicht, ihre Inbetriebnahme ist für Ende 1984 vorgesehen.

Gründe für die Installation des Schlammfaulbetriebes

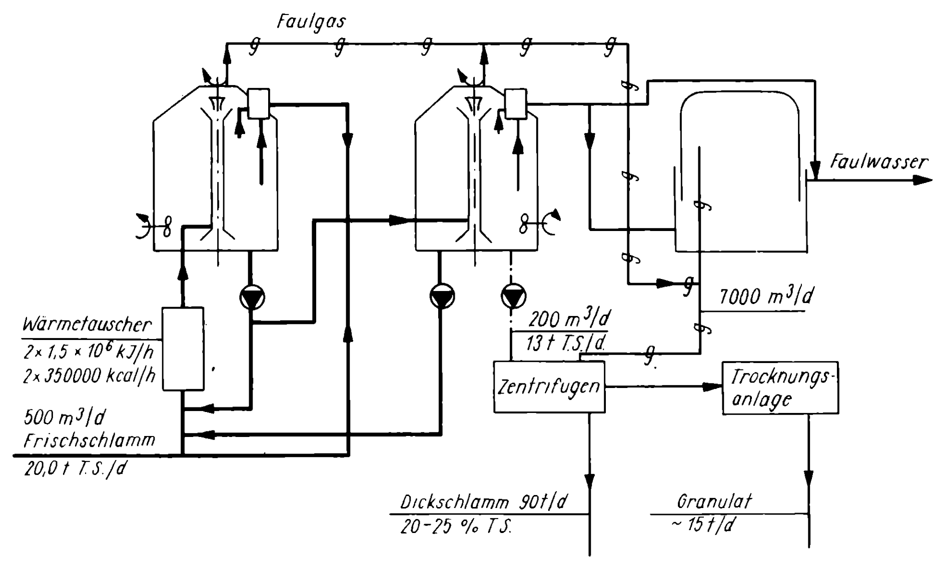
Der Projektierung der Faulbehälter ging eine eingehende Wirtschaftlichkeitsuntersuchung ihres Einsatzes vor. Die voraussichtlichen Investkosten wurden den möglichen Betriebskosteneinsparungen gegenübergestellt. Im weiteren wurden nur die letzteren betrachtet, weil sie von allgemeiner Bedeutung sind. Im vorliegenden Fall war ihre Untersuchung von besonderer Wichtigkeit, weil die Betriebskosten für Zentrifugier- und Schlammtrocknungsanlagen bekannt waren und als effektive Belastung in die Analyse eingingen.
Vorteile der Schlammfaulung sind:

- Verminderung des Schlammvolumens um etwa 60 %, dadurch Verringerung der Betriebszeit für das Zentrifugieren und Sinken der Energiekosten im gleichen Verhältnis
- Verringerung des Aufwandes an organischen Flockungsmitteln (Polymeren) auf Grund der kleineren Schlammenge (die Zugabemenge zum ausgefaulten Schlamm ist um 30 bis 50 % niedriger im Vergleich zum Rohschlamm)
- um 30 % niedrigere zu verdampfende Wassermengen, Verringerung der Betriebszeit und -kosten der Schlammtrocknungsanlage im gleichen Verhältnis,
- Verringerung des Ölverbrauchs bzw. der dafür entstehenden Kosten durch das anfallende Biogas.

Technologische Beschreibung der Schlammfauleinrichtung in der Abwasserreinigungsanlage der Stadt Pécs

In der Schlammfauleinrichtung wird die herkömmliche Technologie, die bis in ihre Einzelheiten mit allgemein bekannten Schlammfaulverfahren übereinstimmt, eingesetzt. Die Aufenthaltszeit im beheizten Faulbehälter beträgt bei einer Innentemperatur von 33 bis 35 °C 15 Tage, die Raumbelastung 3 kg/m³ d. Der ausgefaulte Schlamm gelangt von hier in den unbeheizten Nachfaulbehälter, aus dem er erwartungsgemäß mit 7 bis 8 % Trockensubstanz entnommen wird. Insofern unterscheiden sich die Pecser Faulbehälter nicht von den bekannten Einrichtungen.
Mit den projektierten Rohrverbindungen können verschiedene Stoffführungen verwirklicht werden. So besteht die Möglichkeit, daß bei Ausfall des beheizten Faulbehälters der Nachfaulbehälter dessen Aufgabe übernimmt. In diesem Falle kann der Wasserraum des Gasbehälters als Nachfaulbehälter arbeiten. Ein länger andauernder Ausfall der Gaserzeugung wird verhindert. Das ist erforderlich, weil der störungslose bzw. billige Betrieb der Anlage von der Funktionssicherheit der Trocknungsanlage abhängig ist. In Pécs soll die zur Beheizung der Faulbehälter erforderliche Energie nicht durch das anfallende Biogas gedeckt werden, weil hierfür und für den Heizwärmebedarf der Gebäude das städtische Heizkraftwerk verantwortlich ist. Die gesamte Biogasmenge steht der Trocknungseinrichtung zur Verfügung. Unter Berücksichtigung der Betriebssicherheit lassen die im Bild 1 ersichtlichen Rohrverbindungen verschiedene Alternativen beim Betrieb zu:
- Möglichkeit der Steuerung von Schlammalter und Konsistenz des Schlamms
- Möglichkeit der Änderung der Feststoffkonzentration im beheizten Schlammfaulbehälter.

Bild 1 Stofführung im Schlammbehandlungssystem der Stadt Pécs



Charakteristik für den Betrieb

Umwälzung des Faulbehälterinhalts

Prinzipiell ist bei einem intensiven 12 bis 15 Tage dauernden Faulvorgang der Behälterinhalt täglich fünf- bis sechsmal umzuwälzen. Im vorliegenden Fall setzt sich die Umwälzung aus drei verschiedenen Bewegungen des Schlammes zusammen:
- Bewegung infolge Mischwirkung durch die Heizumlaufpumpe (Intensität von 180 m^3/h)
- Bewegung durch die im Zentrum des Behälters angeordnete Schneckenmischvorrichtung (Intensität von rund 720 m^3/h)
- Bewegung infolge Einwirkung der in Behälterbodennähe installierten Tauchrührwerke (Intensität von etwa 5 400 m^3/h).

Die beiden ersten Mischungsvorgänge verursachen eine Dauerbewegung des Schlamms, die zusammen eine etwa dreifache Umwälzung des Behälterinhalts ergeben. Die Tauchrührwerke arbeiten periodisch nach einem Zeitprogramm, ihre tägliche Betriebszeit beträgt 4 h. Sie haben zwei Funktionen:

- Verhinderung der Ablagerung und Verdichtung des unvermeidlich in die Faulbehälter gelangenden Sandes
- Sicherung der Einleitung der dickeren Schlammasse der Bodenzone in die vertikale Schlammströmung (die auf der Bodenplatte ausgebildeten Strömungsleitelemente begünstigen diesen Prozeß).

Das Mischsystem steht unter Patentschutz.

Beheizung des Faulbehälters

Die Aufheizung der täglich anfallenden Rohschlammenge von etwa 500 m^3 und der Ausgleich der Wärmeverluste erfolgt durch zwei Wärmeaustauscher mit einer Leistung von je 1,5 10^6 kJ/h. Die Schlammzirkulation ist kontinuierlich, der Rohschlamm vermengt sich sofort mit dem Impfschlamm, die Temperatur der Mischung erreicht vor den Wärmeaustauschern 25 bis 27 °C. Der Schlammstrom wird in das im Zentrum des Faulbehälters eingebaute Heberohr eingeleitet. Hierdurch erfolgt eine weitere Vermengung, das Entstehen sogenannter Kaltstellen im Schlamm wird ausgeschlossen.

Steuerung des Trockensubstanzgehalts des Schlammes

Um Dichte, Raumbelastung usw. zu ändern, kann durch verschiedene Stofführungen in das System eingegriffen werden.

1. Eine Schlammenge, die der dem Vorfaulbehälter zugeführten entspricht, wird über einen speziell ausgebildeten Schacht entfernt. An diesen Schacht schließt ein in das obere Drittel des Faulbehälters reichendes Schlammrohr an. Falls nun im Faulbehälter die Dichte des Schlammes größer wird, dann besteht die Möglichkeit, vom Boden des Faulbehälters – also aus der dichteren Zone – Schlamm abzulassen.
Tritt der entgegengesetzte Vorgang ein, dann kann man von der sich im Ablaßschacht gebildeten Schlammoberfläche eine dem zugeführten Volumen gleichgroße Schlammenge ableiten.
2. Aus dem Nachfaulbehälter kann eine das Massenverhältnis des Impfschlammes übersteigende Dickschlammenge zurückgeleitet werden. Die in Ungarn gesammelten Betriebserfahrungen mit Faulbehältern wurden der Bemessung zugrunde gelegt. Es wurde mit optimaler Gasausbeute und optimalen Betriebsverhältnissen gerechnet.

Energiesparende Steuerung der Aerobstufe durch Mikroprozessor

Dipl.-Ing. János KERESE
Projektierungsbüro für Tief- und Wasserbau Budapest

Die Energiekosten der aerob-biologischen Abwasserreinigung werden durch das Pumpen, die Belüftung und den Schlammtransport bestimmt. Diese Kosten stellen einen bedeutenden Anteil an den Gesamtkosten einer Kläranlage dar. Durch eine gut ausgewählte Mechanisierung und eine zeitgemäße BMSR-Technik können die Betriebskosten verringert werden.

Die vorgestellte kleine Kläranlage (Bild 1) wurde für eine Kapazität von 4 000 m^3/d errichtet. Im Jahre 1983 arbeitete sie mit einer Belastung von 2 000 m^3/d. Die ursprünglich gebaute Kläranlage System TABSZ war unwirtschaftlich, weil sie den Belastungsveränderungen nicht folgen konnte. Der Betrieb wurde auf Grund von Labormessungen durch Handbedienung ohne irgendwelche technologischen Instrumente gesteuert. Anhand der anfänglichen ungünstigen Erfahrungen wurde über die Automatisierung der Anlage entschieden. Ziel der Automatisierung waren folgende Faktoren:

- Energieeinsparung durch Anpassung der Pumpen und Belüftungsrotoren an die Belastung
- Ausrüstung der Technologie mit den minimal notwendigen Prozeß-Instrumenten
- zeitgemäße Datensammlung, -darstellung und -verarbeitung
- Sammlung von Erfahrungen über die Betriebssicherheit des BMSR-Systems und die Häufigkeit der notwendigen Instandhaltungen im Hinblick auf die zu verwirklichenden kleinen Kläranlagen ohne Bedienungspersonal.

Der Betreiber hatte als zentrale Prozeß-Steuerungsanlage die programmierbare mikroprozessorgesteuerte Anlage Typ VM 990 gewählt. Von diesem Erzeugnis sind heute mehr als 100 Referenzanlagen in verschiedenen wasserwirtschaftlichen, bauxitgewinnenden und erdölverarbeitenden Technologien in Betrieb. Diese Anlage wurde bei Mělyépterv Consulting Engineering Budapest entwikkelt.

In der zu automatisierenden Technologie befinden sich Grobrechen, Pumpstation innerhalb der Kläranlage, Belebungsbecken, Nachklärbecken, Pumpen für die Rücklaufschlammförderung, Desinfizierung sowie Schlammeindicker- und Schlammbehandlungsanlage. Die ausgeführte Technologie konnte den Belastungsschwankungen nur angepaßt werden, indem die Pumpstation, die Belüftungsrotoren und die Umwälzpumpen mit je einer Antriebsregeleinrichtung mit Frequenzwandler verbunden wurden. Das Messen folgender technologischer Kennwerte war erforderlich:

- Messung des Abwasserniveaus in dem innerhalb der Kläranlage befindlichen verhältnismäßig großen Pumpenschacht (diese Niveaumessung wurde auf eine pneumatische Druckmessung zurückgeführt)
- Kontrolle der Drehzahl der Pumpen (dieser Kennwert war über den Frequenzwandler zugänglich und konnte von dort abgenommen werden)
- Messung der in die Belebungsbecken gepumpten Abwassermenge (zur Messung im Druckrohr wurde ein Ultraschallgerät verwendet)
- Messung der Konzentration des gelösten Sauerstoffs in den Belebungsbecken I und II (als Meßgerät wurde ein amperometrisches Konzentrationsmeßgerät mit Clark-Zelle verwendet)
- Messung der Menge des Rücklaufschlammes von den Belebungsbecken I und II (die Messung erfolgte durch Meßüberfälle von 90°, wobei das Niveau durch kapazitive Niveauferngeber gemessen wurde)
- Messung des Gesamtverbrauchs der Elektroenergie der Kläranlage (er wurde auf der Sekundärseite der Trafostation der Kläranlage durch impulsgebenden Kilowattstundenzähler gemessen).

In der Kläranlage war es notwendig, 48 Zustände zu signalisieren – Betriebszustände von Motoren, Lagezeichen, Grenzwertsignale und selektierte Fehlerzeichen. Die aufgezählten Kennwerte bilden die Eingänge der Prozeß-Steuereinrichtung. Zu Eingriffszwecken sind noch zwei Analogausgänge und zwei Digitalausgänge der Einrichtung vorhanden.

Automatisierung der Pumpstation

Sie ist so konzipiert, daß die Förderung dem Durchschnittswert der Abwassermenge entspricht. Bei kleinerem Abwasseranfall wird periodisch gesteuert (Aussetzbetrieb), bei Höchstwerten aber entsteht ein Rückstau im Schacht. Das zur Kläranlage gelangende Abwasser wird durch eine Abwassertauchpumpe in die Belebungsbecken gepumpt; deren Antriebsmotor wird von einem Frequenzwandler von 15 kVA gespeist. Bei durchschnittlicher Wassermenge stellt das Regelgerät kontinuierlich die Drehzahl der Pumpe ein, der Wasserspiegel ist relativ konstant (2 bis 4 cm Schwankung). Bei Hochwasser kann sich das Wasserniveau infolge Rückstaus um 1 m erhöhen, so daß der Schacht auch die Rolle eines Pufferbehälters erfüllt. Das Regelgerät ist ein Druckregler mit einem Stromsignalausgang. Bei geringer Wassermenge arbeitet das Druckschaltergerät als Grenzwertschalter. Bei niedrigem Wasserstand im

Schacht laufen die Pumpen periodisch. Die Automatik der Pumpen ist also ein selbständiger Steuer- und Regelkreis. In die Steuereinrichtung wurde die jeweilige Drehzahl als Kontrolle eingegeben.

Belüftungsturbinen

Sind parallel an den Frequenzwandler von 40 kVA angeschlossen. Bei der gewöhnlichen Frequenz von 50 Hz laufen die Pumpen mit konstanter Drehzahl, und die Konzentration des gelösten Sauerstoffs schwankt in den Belebungsbecken zwischen 2 und 8 mg/l. Das Eingriffsignal des automatisierten Systems wird durch die Prozeß-Steuerungsanlage VM 990 ausgerechnet und ist abhängig von der ankommenden Wassermenge, der durchschnittlichen Verschmutzung und der momentanen im Belebungsbecken gemessenen Konzentration des gelösten Sauerstoffs. Das Programm hält die Konzentration des gelösten Sauerstoffs zwischen 2 und 4 mg/l durch veränderte Drehzahl der Turbinen. Es ergibt sich also kein überflüssiger Sauerstoffeintrag. Um ein Schlammabsetzen zu vermeiden, darf die Turbinendrehzahl nicht unter 50 Prozent fallen.

Rücklaufschlammpumpen

Gleichzeitig sind zwei Rücklaufschlammpumpen an einen Frequenzwandler von 10 kVA angeschlossen. Die Pumpen fielen bei einer Frequenz von 50 Hz wegen der notwendigen Drosselung nach 1 bis 2 Monaten aus. Bei automatisiertem Rücklauf werden die Pumpen durch die Steuereinrichtung im Verhältnis zur ankommenden Abwasserbelastung betrieben. Außer der Mengenmessung des Rücklaufschlammes wird auch die Dichte in g/l des vom Nachklärbecken entnommenen Schlammes berücksichtigt. Die Messung der Dichte erfolgt stundenweise im Labor. Die Signaländerung (0 bis 20 mA) wird durch den Bediener mit Hilfe eines Einstell-Potentiometers ins System eingegeben. In Zukunft werden wir an diesen Analogeingang Dichtemesser schalten.

Schreibmaschine für die Protokollführung

Sie wird in der Zentrale durch die VM 990 gesteuert. Die Protokollführung erfolgt stündlich in Form von Tabellen und bei Störanfällen und wird durch Fehlerzeichen, Datum- und Zeitpunktveränderung ausgelöst. Im Protokoll enthaltene Angaben:

- Drehzahl der Pumpen (U/min)
- Menge des durchfließenden Abwassers (m^3/h)
- Rücklaufschlammenge (m^3/h)
- Konzentration des gelösten Sauerstoffs in den Belebungsbecken (mg/l)
- Elektroenergieverbrauch (kWh).

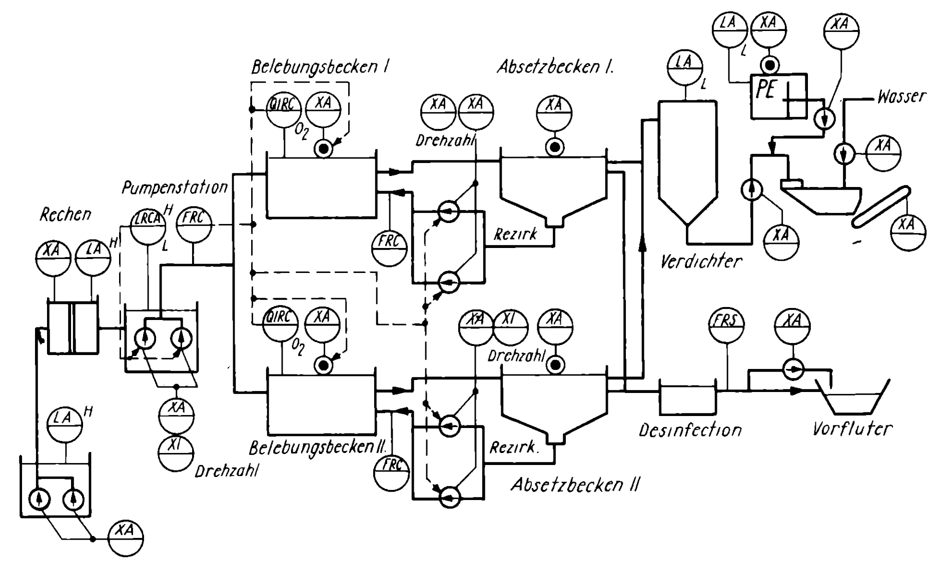
Der Dialog zwischen dem Bediener und der Maschine wird durch die zyklische Ziffernanzeige der VM 990 und das FS-Display verwirklicht. Das Display läßt zwei Bildschirminhalte erscheinen. Das erste Bild ist das technologische Schaltschema der Kläranlage. Bei den Symbolen der Maschinen bedeutet das leere Symbol einen „stehenden" das gefüllte Symbol einen „arbeitenden" Zustand. Das neben der Pumpe, den Belüftungsturbinen und den Umwälzpumpen erscheinende „H"-Symbol stellt einen automatisierten Betrieb dar. Außer den Betriebszuständen erscheinen die gemessenen Kennwerte in Ziffernzeichen. Die Fehlersignale sind in Form eines blinkenden Sterns zu sehen. Mit Hilfe der Tastatur ist auch das zweite Bild abzurufen. Darauf erscheinen als Funktion der Zeit die derzeitigen Abwasserbelastungen und die vom vorhergehenden Tag sowie die Sauerstoffkonzentrationen und die durchschnittlichen stündlichen Drehzahlen der Pumpen.

Wirtschaftliche Ergebnisse

Die Anlage arbeitet seit Anfang 1982 automatisch. Der vorherige Energieverbrauch der Anlage betrug 330 000 kWh/a. Die tatsächliche Einsparung betrug im Jahr 1982 70 400 kWh (22 Prozent). Die Kosteneinsparung betrug 1982 112 000 Ft. Im Winter wird die Heizung durch die Verlustwärme der Frequenzwandler gedeckt, was eine weitere Einsparung von 12 300 Ft/a bedeutet. Mit den neuen Preisen von Januar 1984 für Elektroenergie und bei einer 1985 zu erwartenden Belastung von 90 bis 100 Prozent wird die jährliche Gesamteinsparung der Kläranlage 350 000 bis 400 000 Ft betragen. Der Gesamtaufwand für die Vollautomatisierung ist mit sechs bis sieben Jahren veranschlagt.

Betriebserfahrungen

Während der zweijährigen Betriebszeit ergab sich keine Betriebsstörung – weder bei den Meßgeräten noch bei der Steuereinrichtung VM 990. Sie wurde nur während der Instandhaltung ausgeschaltet. Beim Frequenzwandler von 40 kVA Leistung ist in der ersten Jahreshälfte mehrmals eine mehrstündige Betriebsstörung aufgetreten. Seitdem begrenzt sich die Anzahl der Fehler auf jährlich zwei bis drei Fälle. Ein wesentliches Ergebnis ist die Einstellung des Bedienungspersonals zur modernen Automatisierungsanlage, die sie inzwischen nicht nur kennen, sondern jetzt auch beherrschen.



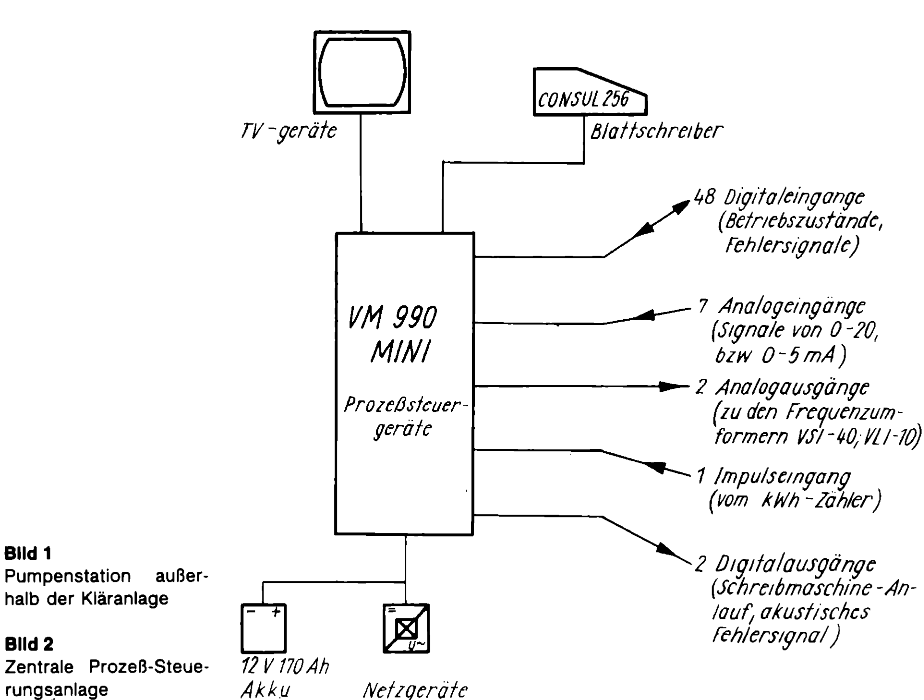


Bild 1
Pumpenstation außerhalb der Kläranlage

Bild 2
Zentrale Prozeß-Steuerungsanlage

Zur Wirkungsweise der ab 1. Januar 1984 geltenden neuen Wassernutzungsentgelte und Industriepreise der Wasserwirtschaft

Dipl.-Ing. Hartmut SCHULZE
Beitrag aus dem Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft

Am 1. Januar 1984 traten für die „Entnahme von Oberflächen- und Grundwasser" neue Wassernutzungsentgelte und für „Trink- und Betriebswasser und die Ableitung von Abwasser in Abwasseranlagen" neue Industriepreise in Kraft. Der Vorbereitung und Einführung lagen zwei wichtige Beschlüsse des Ministerrates der DDR zugrunde:

1. Entsprechend dem Beschluß über planmäßige Änderungen von Industriepreisen für 1984 waren die prinzipiellen Anforderungen an die Gestaltung der Industriepreise zu beachten. Das bedeutet zum einen, daß die neuen Entgelte und Preise die tatsächlichen volkswirtschaftlichen Kosten der Reproduktion in den einzelnen Wirtschaftszweigen real ausweisen müssen. Zum anderen wird dadurch zur ständigen Verbesserung des Verhältnisses von Aufwand und Ergebnis durch Senkung des Produktionsverbrauchs und zur besseren Nutzung der Fonds beigetragen. Deshalb ergibt sich bereits hieraus die Notwendigkeit, sowohl bei den Herstellern als auch bei den Abnehmern die Arbeit mit den Kosten und Preisen noch stärker in die Leitungstätigkeit einzubeziehen.
2. Mit dem Beschluß über die Direktive zur rationellen Wasserverwendung im Fünfjahrplan 1981 bis 1985 wurde der Auftrag erteilt, ökonomische Stimuli auszuarbeiten und einzuführen mit dem Ziel, durch ökonomische Hebel auf die rationelle Wasserverwendung wirksam Einfluß zu nehmen. Diese ökonomischen Hebel sind deshalb besonders auf die Reduzierung des Wasserbedarfs und des Wasserverbrauchs, die Beseitigung der Wasservergeudung, die Erhöhung der Effektivität der Abwasserbehandlungsanlagen und die Verstärkung der Wertstoffrückgewinnung aus dem Abwasser zu richten.

Wassernutzungsentgelte und Industriepreise für Trinkwasser und Abwasserableitung haben sich bereits seit Jahren als geeignete Formen zur Durchsetzung der rationellen Wasserverwendung erwiesen. Durch die neuen Entgelte und Preise wurde dem gestiegenen volkswirtschaftlichen Aufwand für die Wasserbereitstellung, Trinkwasserversorgung und Abwasserbehandlung Rechnung getragen und gleichzeitig die Elemente der ökonomischen Stimulierung differenzierter ausgestaltet. Gemeinsam mit den im Wassergesetz und in seinen Durchführungsverordnungen vorgesehenen ökonomischen und dem in Vorbereitung befindlichen Abwassereinleitungsentgelt bilden die Wassernutzungsentgelte und Industriepreise für Trinkwasser- und Abwasserableitung ein einheitliches und wirksames System der ökonomischen Stimulierung der rationellen Wasserverwendung.

Die Wirkungsweise der Wassernutzungsentgelte

Die Anwendung der Wassernutzungsentgelte ist in der „Anordnung Nr. Pr. 344/1 über die Wassernutzungsentgelte für Oberflächen- und Grundwasser" (GBl. I 1983 Nr. 16) und der dazu gehörenden Liste der Wassernutzungsentgelte in der Fassung vom 27. April 1983 geregelt.
Als Voraussetzung für das Bereitstellen von Oberflächen- und Grundwasser sind der Ausbau der Gewässer und der der Wasserbewirtschaftung dienenden Anlagen an den Gewässern, ihre ständige Instandhaltung und regelmäßige Instandsetzung, die Grundwassererkundung sowie umfangreiche Maßnahmen zum Messen, Übertragen und Auswerten wasserwirtschaftlicher Daten unbedingt erforderlich. Dafür stellt der sozialistische Staat Investitionen und Staatshaushaltsmittel in beträchtlicher Höhe bereit.
In Abhängigkeit von der ständigen Erhöhung der Intensität der Wassernutzung und den komplizierter werdenden Bedingungen für die Wasserrückhaltung und Wassererkundung ist der volkswirtschaftliche Aufwand für die Wasserbereitstellung in den vergangenen Jahren zwangsläufig angestiegen. Der Auftrag an die Wasserwirtschaftsdirektionen besteht dabei darin, auf dem Wege der sozialistischen Intensivierung, durch ständige Senkung des spezifischen Instandhaltungs-, Instandsetzungs- und Erkundungsaufwandes dieser Aufwandserhöhung entgegenzuwirken.
Der gesellschaftliche Aufwand für die Wasserbereitstellung bildet die Berechnungsgrundlage für das Wassernutzungsentgelt. Durch eine Differenzierung des so ermittelten Wassernutzungsentgeltes wird dem gesellschaftlichen Anliegen der Stimulierung der rationellen Wassernutzung Rechnung getragen. Die Einzelheiten können der „Liste der Wassernutzungsentgelte" (WNE) entnommen werden. Hier soll nur auf die wesentlichsten Elemente hingewiesen werden:

– Mit dem neuen Wassernutzungsentgelt wurde erstmalig eine Differenzierung nach Flußgebieten in Abhängigkeit vom Nutzungsgrad des Wassers vorgenommen. Bei einer insgesamt sehr hohen Inanspruchnahme des Wasserdargebots auf dem Territorium der DDR ist die Lage außerdem durch eine große Differenziertheit in der territorialen Verteilung des verfügbaren Dargebots und der Nutzungsanforderungen auf einzelne Flußeinzugsgebiete gekennzeichnet. Besonders in den hochbeanspruchten Flußgebieten sind die Grund- und Oberflächenwasserressourcen bereits so stark genutzt, daß ihre Verfügbarkeit nur noch unwesentlich bzw. mit außerordentlich hohem Aufwand erhöht werden kann. Außerdem ist die Belastung mit Abwasserinhaltstoffen überdurchschnittlich hoch. Während das potentielle Wasserdargebot im Flußgebiet der Saale nur 20 % des durchschnittlichen potentiellen Wasserdargebots der DDR beträgt und im Flußgebiet der Mulde nur 12,7 %, entfallen 27,2 % des Wasserbedarfs der DDR auf das Flußgebiet der Saale und 10,2 % auf das Flußgebiet der Mulde. Von der in die Gewässer der DDR eingeleiteten Abwasserlast (berechnet als EGW) entfallen 34,8 % auf das Flußgebiet der Saale und 22,3 % auf das Flußgebiet der Mulde. Besonders in diesen Flußgebieten geht es darum, den Wasserbedarf und -verbrauch und damit auch den Abwasseranfall zu senken bzw. seine weitere Erhöhung entscheidend zu begrenzen. Um diese Anforderungen auch ökonomisch zu unterstützen, sehen die am 1. Januar 1984 in Kraft gesetzten Wassernutzungsentgelte für die Flußgebiete der Saale und Mulde bei Entnahme von Grundwasser ein um 33,3 % und bei Entnahme von Oberflächenwasser ein um 50 % höheres Wassernutzungsentgelt als in den übrigen Flußgebieten vor.
Entsprechend dem vom Gesetzgeber getroffenen Festlegungen werden für die Anwendung der Liste der WNE die Flußgebiete durch die Territorien ausgewählter Kreise der Bezirke Dresden, Erfurt, Gera, Halle, Magdeburg, Leipzig, Karl-Marx-Stadt und Suhl bestimmt. Auf die so festgelegten Kreise ist das höhere Wassernutzungsentgelt grundsätzlich anzuwenden.

– Das Wassernutzungsentgelt für die Entnahme von Wasser für die öffentliche und betriebliche Trinkwasserversorgung sowie für Produktionszwecke, die aus hygienischen Gründen Trinkwasserqualität erfordern, ist deutlich geringer als für die Entnahme von Wasser für Produktionszwecke.

Diese Festlegung geht davon aus, daß der Trinkwasserbedarf der Bevölkerung infolge des Wohnungsneubauprogramms, der komplexen und individuellen Wohnungsmodernisierung, der Erhöhung des Anschlußgrades an die öffentliche Trinkwasserversorgung und der Veränderung des Lebensstandards und der Lebensgewohnheiten zwangsläufig um jährlich 2,5 bis 3 % steigt und die stabile Bedarfsdeckung ein wesentlicher Beitrag der Wasserwirtschaft zur erfolgreichen Verwirklichung der Sozialpolitik darstellt. Dieser Aufgabenstellung wird durch Festlegen des Wassernutzungsentgelts, das für die Entnahme aus dem Grund- bzw. Oberflächenwasser zur Trinkwasserversorgung einheitlich 0,03 M/m³ beträgt, Rechnung getragen.
In den VEB WAB werden 9 % der beeinflußba-

ren Kosten für die Trinkwasserversorgung durch das Wassernutzungsentgelt bestimmt, so daß sich hieraus ein wirksamer ökonomischer Hebel zur Senkung des Eigenwasserverbrauchs und der Wasserverluste ergibt.
Während bei der Trinkwasserversorgung das volkswirtschaftliche Ziel in einer stabilen Sicherung des ständig steigenden Trinkwasserbedarfs besteht, geht es im Gegensatz hierzu beim Verwenden von Wasser in der Produktion darum, den Leistungsanstieg mit sinkendem spezifischem Wasserbedarf und in zunehmendem Maße auch mit absolut geringerem Wasserbedarf zu gewährleisten. Die Entnahme von Wasser aus dem Oberflächen- und Grundwasser für die Produktion und die Kühlprozesse betrug 1983 rund 3,7 Mrd. m^3/a und damit 46 % des Gesamtwasserbedarfs. 1,9 Mrd. m^3/a waren davon Kühlwasser, das im Durchlaufkühlverfahren verwendet wurde. Der Einsatz von Wasser in der Produktion und in Kühlprozessen ist damit der bedeutendste Faktor der Inanspruchnahme der Wasserressourcen in der DDR. Gerade auf diesem Gebiet sind weitere Reserven erschließbar. Der Beschluß über die Direktive zur rationellen Wasserverwendung stellt für diese Nutzungsprozesse das Ziel, den spezifischen Wasserbedarf um mindestens 25 % im Fünfjahrplan 1981 bis 1985 zu senken. Die Reduzierung des Wasserbedarfs in der Produktion führt gleichzeitig zur Senkung des Abwasseranfalls. Das heißt, daß dadurch sowohl der Produktionsverbrauch für die Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung gesenkt und zugleich der erforderliche Investitionsaufwand für Erweiterung und Erneuerung von Anlagen zur Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung minimiert wird.

– Bei Entnahme von Grundwasser für die Freimachung von Lagerstätten mineralischer Rohstoffe, zur Wasserhaltung und zur Ausnutzung der im Grundwasser enthaltenen Wärme wird grundsätzlich Wassernutzungsentgelt in Höhe von 0,03 M/m^3 erhoben.
1983 wurden zur Freimachung von Lagerstätten und bei Wasserhaltungen rund 1 250 Mill. m^3 Grundwasser gefördert. Besonders in den Gebieten des Braunkohletagebaues führte diese Grundwasserentnahme zu einer völligen Veränderung der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse und der Wasserversorgung. Mit der Entwicklung der Rohstoffgewinnung in der DDR und der territorialen Gewinnungsbedingungen nehmen die Anforderungen an den Wasserhaushalt in den nächsten Jahren stark zu. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Auswirkungen solcher Grundwasserentnahmen auf die unbedingt erforderliche räumliche und zeitliche Ausdehnung zu begrenzen. In Zukunft werden dazu auch technologische Maßnahmen notwendig sein, um die Ausdehnung der Absenkungstrichter zu begrenzen. Das Wassernutzungsentgelt bildet den ökonomischen Anreiz und den Beitrag zur ökonomischen Begründung der dafür erforderlichen Maßnahmen. Die Festlegungen zum Wassernutzungsentgelt fördern zugleich volkswirtschaftlich und wasserwirtschaftlich günstige Lösungen, um das geförderte Grundwasser in den Wasserkreislauf zurückzuführen bzw. es nachzunutzen. Dazu gehören besonders folgende:

- Wassernutzungsentgelt wird nicht erhoben, wenn das geförderte Grundwasser nicht abgeleitet, sondern dem Grundwasser wieder zugeführt wird. Diese Festlegung gilt auch, wenn das geförderte Grundwasser in ein Oberflächengewässer eingeleitet wird und dort zu einer zur Befriedigung von Nutzungsansprüchen im Rahmen der Wasserbilanz erforderlichen höheren Verfügbarkeit des Wasserdargebots führt. Die Entscheidung über die Anwendung dieser Möglichkeiten trifft die Staatliche Gewässeraufsicht (SGA) mit der wasserwirtschaftlichen Nutzungsgenehmigung.
- Für gefördertes Grundwasser zur Trinkwasser- oder Produktionswasserversorgung beträgt das Wassernutzungsentgelt einheitlich 0,02 M/m^3. Es ist also geringer als bei direkter Entnahme aus dem Grund- bzw. Oberflächenwasser. Damit bestehen für die Wassernutzer ökonomisch günstigere Voraussetzungen, das bereits geförderte und dem Wasserhaushalt entzogene Wasser nachzunutzen und damit die stark beanspruchten Wasserressourcen so rationell wie möglich zu nutzen. Um dieses Anliegen noch deutlicher zu fördern, wurde bei Nachnutzung gehobenen Grundwassers für Produktionszwecke das Wassernutzungsentgelt mit der ab 1. Januar 1984 geltenden Festlegung von bisher 0,09 M/m^3 auf 0,02 M/m^3 verringert.
- Das Wassernutzungsentgelt bei Entnahme von Grundwasser für Produktionszwecke ist doppelt so hoch wie bei Entnahme von Oberflächenwasser für Produktionszwecke. Grundwasser ist infolge seiner qualitativen Eigenschaften die bedeutendste Ressource für die Trinkwasserversorgung und muß deshalb im wesentlichen dafür genutzt bzw. vorsorglich geschützt werden. Durch das differenzierte Festlegen des Wassernutzungsentgelts für Produktionszwecke bei Entnahme aus dem Grundwasser mit 0,24 M/m^3 und bei Entnahme aus dem Oberflächenwasser mit 0,12 M/m^3 – bzw. mit 0,30 M/m^3 und 0,18 M/m^3 für hochbeanspruchte Flußgebiete – wird diese volkswirtschaftliche Forderung ökonomisch untermauert.

Die Wirkungsweise des Industriepreises für Trinkwasser

Die Anwendung der Industriepreise ist in der „Anordnung Nr. Pr. 345/1 über die Industriepreise für Trink- und Betriebswasser und für die Ableitung von Abwasser in Abwasseranlagen" (GBl. I 1983 Nr. 16) und den dazu gehörenden Preislisten 1, 2 und 4 in der Fassung vom 27 April 1983 geregelt. Der Industriepreis für Trinkwasser gilt für alle Lieferer von Trinkwasser (gemäß Schlüsselnummer 187 10 000 0 der Erzeugnis- und Leistungsnomenklatur der DDR). Der überwiegende Teil des Trinkwassers wird durch die VEB WAB erzeugt und geliefert. Die nachfolgenden Darlegungen beziehen sich deshalb im wesentlichen auf diesen Bereich.
Einheitliche Preise für Trinkwasser wurden in der DDR erstmalig am 1. Januar 1965 in Kraft gesetzt. Durch die am 1. Januar 1981 und nunmehr am 1. Januar 1984 vorgenommenen Industriepreisänderungen wurden die Preise für Trinkwasser auf der Grundlage der tatsächlichen Aufwendungen unter Beachtung eines einheitlich festgelegten normativen Gewinnanteils neu kalkuliert und bestätigt. Dabei mußte berücksichtigt werden, daß die Aufwendungen für die Förderung, Aufbereitung und den Transport von Trinkwasser gestiegen sind und auch unter den Bedingungen der intensiv erweiterten Reproduktion weiter ansteigen werden. Die Gewinnungsbedingungen und die Beschaffenheit der für die Trinkwasserversorgung noch zur Verfügung stehenden Wasserressourcen erfordern in der Regel größere Fördertiefen und umfangreiche Wasserrückhaltemaßnahmen, längere Transportentfernungen zwischen den Gewinnungsgebieten und den Verbrauchszentren und einen größeren Aufbereitungsaufwand für die Gewährleistung der erforderlichen Trinkwasserqualität. Außerdem wirken sich Industriepreisänderungen in den Vorstufen auf den einmaligen und laufenden Aufwand aus.

Der ab 1. Januar 1984 geltende Industriepreis für die Abgabe von Trinkwasser an Endverbraucher beträgt 1,15 M/m^3 und ist gegenüber dem bisher geltenden Preis um 27,7 % erhöht worden. Gegenüber dem bisher angewandten Preismodell wurden keine wesentlichen neuen stimulierenden Elemente aufgenommen, so daß sich die veränderte ökonomische Wirkung im wesentlichen aus der neuen Höhe des Preises ergibt. Das heißt, der Verbrauch von Trinkwasser nimmt jetzt in den Ausgaben bzw. Kosten der Abnehmer von Trinkwasser einen anderen Stellenwert ein, so daß ein größerer Anreiz zur Einsparung von Trinkwasser vorhanden ist und das Aufwand-Nutzen-Verhältnis bei Maßnahmen zur Reduzierung des Trinkwasserverbrauchs positiv beeinflußt wird. Das volkswirtschaftliche Ziel und die ökonomische Wirkung der Trinkwasserpreise ist für die einzelnen Abnehmergruppen unterschiedlich. Für die Hauptabnehmergruppen ergibt sich daraus folgendes:
Entsprechend dem Plan 1983 wurden 47 % der nutzbaren Wasserabgabe der VEB WAB direkt an die Bevölkerung abgegeben. Entsprechend den prinzipiellen Festlegungen unseres Staates zur Anwendung unveränderter Preise für den Grundbedarf wurde auch mit Einführung des neuen Industriepreises für Trinkwasser entschieden, die neuen Preise gegenüber der Bevölkerung und für einige weitere ausgewählte Abnehmergruppen nicht anzuwenden und die bisher berechneten Preise weiter gelten zu lassen. Die Differenz zwischen den geplanten Erlösen aus der Anwendung des einheitlichen Industriepreises und den tatsächlich von der Bevölkerung erzielten Erlösen wird vom sozialistischen Staat in Form produktgebundener Preisstützungen bereitgestellt.

Für die stabile Trinkwasserversorgung der Bevölkerung muß auch in den kommenden Jahren mit einem jährlichen Bedarfszuwachs von 2,5 bis 3,0 % gerechnet werden. Diese Größenordnung macht deutlich, daß es auch bei der Trinkwassernutzung durch die Bevölkerung darauf ankommt, Trinkwasserverschwendung und ungerechtfertigten Wasserverlusten in den Haushalten entgegenzuwirken. Da von den relativ niedrigen und vom Staat gestützten Trinkwasserpreisen allein keine ausreichende stimulierende Wirkung ausgeht, ist es notwendig, die Aufmerksamkeit auf folgende Maßnahmen zu lenken:

- Bei der Durchsetzung der rationellen Wasserverwendung sind alle Bürger zu einem zweckentsprechenden und sorgsamen Umgang mit Trinkwasser zu veranlassen.
- In Abhängigkeit von den vorhandenen materiell-technischen Bedingungen wird der Wasserverbrauch durch Wassermengenmessungen oder durch Anwendung von Verbrauchsrichtzahlen und Pauschalen ermittelt. Über die Anwendung dieser Möglichkeiten

entscheidet der Wasserlieferer auf der Grundlage der Wasserversorgungsbedingungen (GBl. I 1978 Nr. 6). Dabei zeigt sich, daß in den älteren Ortssatzungen verankerte Verbrauchseinheiten und Verbrauchsrichtzahlen in der Regel nicht mehr die tatsächlichen Nutzungsverhältnisse widerspiegeln. Außerdem kennzeichnen die für die Neuanschlüsse seit 1965 einheitlich anzuwendenden Verbrauchsrichtzahlen gemäß „Verzeichnis der bei der Ermittlung des Wasserverbrauchs nach Pauschalen anzuwendenden Verbrauchseinheiten und Verbrauchsrichtzahlen“ nur jeweils mittlere Nutzungsverhältnisse.

Zahlreiche Beispiele belegen, daß der Trinkwasserverbrauch bereits bei Übergang von der Abrechnung nach Pauschalen zur Abrechnung nach Mengenmessung merklich gesenkt wird, weil für den Bürger der unmittelbare Zusammenhang zwischen der verbrauchten Menge und den dafür gezahlten Preisen deutlich wird und er die Möglichkeit erkennt, den Wasserverbrauch und damit die Ausgaben zu beeinflussen. Deshalb ist die reale Bestimmung des Wasserverbrauchs für die Durchsetzung der rationellen Wasserverwendung von großer Bedeutung. Für die VEB WAB und die örtlichen Räte leitet sich hieraus die Aufgabe ab, den Anteil des gemessenen Wasserverbrauchs wesentlich zu erweitern und schrittweise – beginnend in Versorgungsgebieten mit instabilen Versorgungsverhältnissen bzw. großen Verbrauchssteigerungen – die Abrechnung nach Pauschalen durch die Messung des Wasserverbrauchs beim Abnehmer abzulösen. Auch dort, wo weiterhin die Abrechnung nach Pauschalen erfolgt, ist eine ständige aktuelle Veranlagung zu sichern.

Gegenüber dem staatlichen und genossenschaftlichen Wohnungseigentum werden die neuen Preise in voller Höhe angewendet, ohne daß sie dem einzelnen Mieter weiter berechnet werden. Das bedeutet, daß sowohl die Verwaltungen als auch die einzelnen Bürger große Verantwortung für den rationellen Trinkwasserverbrauch tragen. Mit der ständigen Sicherung der Funktionsfähigkeit der in den Wohnungen vorhandenen Armaturen durch einen guten Service ist es den Verwaltungen möglich, auf die Reduzierung eines ungerechtfertigten Trinkwasserverbrauchs einzuwirken und dadurch Kosten zu sparen.

An die Bedarfsträgergruppe „Gesellschaftliche Einrichtungen“ (gesellschaftliche Konsumption) wurden 1983 18 % der nutzbaren Wasserabgabe der VEB WAB abgegeben. Für diese Bedarfsträger werden die neuen Preise in voller Höhe angewendet. Hier kommt es darauf an, die Erfüllung der sozialen und versorgungspolitischen Aufgaben dieser Einrichtungen und die rationelle Verwendung von Trinkwasser in Übereinstimmung zu bringen.

An die Industrie, das Bau- und Verkehrswesen wurden 1983 21,3 % der nutzbaren Wasserabgabe der VEB WAB, das sind 344 Mill. m^3 Trinkwasser, geliefert. Die Reduzierung der Trinkwasserabgabe an die Industrie aus dem öffentlichen Netz stellt eine bedeutende Reserve dar. Denn das von diesem Bereich nicht in Anspruch genommene Trinkwasser kann sofort zur Erhöhung der Trinkwasserversorgung für die Bevölkerung oder zur Sicherung des steigenden Trinkwasserbedarfs nutzbar gemacht werden, ohne daß zusätzliche Investitionen zur Erweiterung der Wassergewinnungs- und Wasseraufbereitungsanlagen sowie der Versorgungsnetze erforderlich sind. Deshalb wird im Beschluß über die Direktive zur rationellen Wasserverwendung die absolute Senkung der Trinkwasserabgabe aus dem öffentlichen Netz an die Industrie für Produktionszwecke ausdrücklich festgelegt.

Im derzeitigen Fünfjahrplan 1981 bis 1985 wurde die Trinkwasserabgabe an die Industrie um rund 21 Mill. m^3/a gesenkt und damit die Planaufgaben anteilig erfüllt. Die Ergebnisse und Erfahrungen bei der Einführung der neuen Preise zeigen jedoch noch eine große Differenziertheit zwischen den einzelnen Bezirken. Beispielsweise beträgt die Trinkwasserabgabe an die Industrie im Bezirk Cottbus 31 % und im Bezirk Halle 30,6 % der nutzbaren Wasserabgabe, im Gegensatz dazu im Bezirk Neubrandenburg 17,0 und im Bezirk Leipzig 19,2 %. Dies beweist noch große Reserven, deren schrittweises Nutzbarmachen für die stabile Trinkwasserversorgung der Bevölkerung notwendig ist. Der seit dem 1. Januar 1984 geltende Trinkwasserpreis trägt dazu bei, die Aufwendungen für die Trinkwasserversorgung in den Gesamtselbstkosten der Industrie stärker zur Geltung zu bringen und dadurch das Reduzieren der Wasserentnahme aus dem öffentlichen Netz auch ökonomisch wirksam zu unterstützen.

Die Wirkung der Industriepreise für die Ableitung von Abwasser in Abwasserbehandlungsanlagen

Die Anwendung dieser Industriepreise ist ebenfalls in der Anordnung Nr. Pr. 345/1 (GBl. I 1983 Nr. 16) geregelt. Dazu gilt die Preisliste 3 in der Fassung vom 27. April 1983. Diese Industriepreise gelten für alle Ableiter und alle Einleiter in Abwasseranlagen. Allgemeine Grundsätze, der Geltungsbereich und die Kalkulationsprinzipien sind einheitlich wie für die Trinkwasserpreise geregelt.
Bei der Ausarbeitung der neuen Abwasserpreise war von der hohen sich immer deutlicher ausprägenden Belastung der Gewässer mit Abwasserinhaltstoffen bzw. von einer effektiven Abwasserbehandlung auszugehen. Wie in vielen hochentwickelten Industriestaaten mit intensiver landwirtschaftlicher Produktion führt auch in der DDR die Belastung des Grund- und Oberflächenwassers mit Abwasserinhaltstoffen zu einer starken und in einigen Gebieten fortschreitenden Beeinflussung der Wasserressourcen, in deren Ergebnis die nachfolgende Nutzung von Wasser als Trink-, Produktions- oder Bewässerungswasser erschwert, nur mit unzumutbar hohen ökonomischen Aufwendungen möglich oder in besonders exponierten Gebieten völlig ausgeschlossen ist. Gleichzeitig werden mit der Ableitung des Abwassers bedeutende Mengen Wertstoffe vernichtet. Durch eine effektive Abwasserbehandlung und einen sorgsamen Umgang mit Werkstoffen und Abprodukten muß die Belastung der Gewässer schrittweise reduziert werden.
Die wichtigste Forderung an die neuen Abwasserpreise bestand also darin, günstige ökonomische Voraussetzungen für den effektiven Betrieb, die Rationalisierung und Intensivierung vorhandener und die Errichtung neuer Abwasserbehandlungsanlagen bei den Abwassereinleitern zu schaffen. Die Abwasserpreise sind deshalb so gestaltet, daß der Betrieb eigener Anlagen zur Vorbehandlung bzw. Behandlung des Abwassers und zur Wertstoffrückgewinnung mit weniger Kosten für den Betrieb verbunden ist als die Zahlung des Abwasserpreises an den Abwasserableiter.

Dazu wurde ein gestaffelter Abwasserpreis erarbeitet und am 1. Januar 1984 in Kraft gesetzt. Dessen wesentliche Elemente sind folgende:
– Für die Ableitung von häuslichem Abwasser wird ein Industriepreis von 0,80 M/m^3 erhoben. Dieser Preis ist um 33,3 % höher als der bisherige Preis.
– Für die Ableitung von gewerblichem und industriellem Abwasser werden gestaffelte Industriepreise in Abhängigkeit von den Beschaffenheitsparametern des abgeleiteten Abwassers angewendet. Dabei gilt für gewerbliches und industrielles Abwasser, das in seinen Beschaffenheitsparametern dem häuslichen Abwasser entspricht, der Industriepreis (Kategorie I) von 0,80 M/m^3. Für Abwasser, das infolge der Konzentration bestimmter Inhaltstoffe vom häuslichen Abwasser abweicht, werden gestaffelte Preise der Kategorie II–IV bis maximal 3,20 M/m^3 angewendet.
– Das Hauptanwendungsgebiet dieses Preises bezieht sich auf die Ableitung von Abwasser in die öffentliche Kanalisation. Die Technologie der Abwasserableitung und Abwasserbehandlung sowie der Materialeinsatz ist auf die Behandlung von kommunalem Abwasser (d. h. häusliches Abwasser und in der Beschaffenheit häuslichem Abwasser ähnliches gewerbliches und industrielles Abwasser) abgestimmt. Überdurchschnittlich hohe Konzentrationen von Abwasserinhaltstoffen in gewerblichem und industriellem Abwasser können in kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen nur mit hohem Aufwand oder überhaupt nicht abgebaut werden. Durch rechtzeitige Wertstoffrückgewinnung und Wahl geeigneter Behandlungsverfahren sind diese Schadstoffe am Anfallort wirksam und ökonomisch günstig zu beseitigen bzw. wesentlich zu reduzieren. Deshalb richten sich die gestaffelten Abwasserpreise ganz besonders auf die wirksame Vorreinigung beim Abwassereinleiter.

Noch ein weiterer wichtiger Aspekt der neuen Abwasserpreise:
Die neuen Preisregelungen beziehen sich auch auf die Ableitung von Niederschlagswasser und von anderem in die Kanalisation geleiteten Wasser. Grundlage dafür bilden die Abwassereinleitungsbedingungen (GBl. I 1978 Nr. 29). Der Preis beträgt für das Ableiten in die Misch- oder Schmutzwasserkanalisation, in der eine zwangsläufige Belastung von Abwasserbehandlungsanlagen auftritt, 0,80 M/m^3 und bei Ableitung in eine Regenwasserkanalisation 0,40 M/m^3. Die Menge des Niederschlagswassers wird auf der Grundlage der durchschnittlichen Niederschlagsspende je nach Größe der entwässerten Fläche und der Struktur dieser Fläche, die sich im Abflußbeiwert ausdrückt, berechnet. Dieser Preis ist für die Deckung des einmaligen und laufenden Aufwandes beim Ableiter erforderlich. Andererseits soll er auch den Einleiter ökonomisch stimulieren, das Ableiten von Niederschlagswasser zu reduzieren oder zu vermeiden. Ziel ist das Niederschlagswasser so schnell wie möglich dem Grundwasser zuzuführen. Andererseits geht es auch um die Entlastung der Misch- und Schmutzwasserka-

nalisation, um Leistungsreserven in der Kanalisation und Abwasserbehandlung freizusetzen. Dazu gehört, befestigte Flächen zu minimieren oder das Niederschlagswasser nicht in die Kanalisation, sondern auf andere geeignete Weise, z. B. durch Schluckbrunnen, zu versenken.

Aufgaben bei der Einführung der neuen Wassernutzungsentgelte und Industriepreise

Die Erfahrungen der bisherigen Arbeit mit Wassernutzungsentgelten und Preisen in der Wasserwirtschaft belegen deutlich, daß sich die ökonomischen Wirkungen nicht im Selbstlauf entfalten. Die gesamte Aufgabe erfordert ein hohes Maß der leitungsmäßigen Einflußnahme durch die örtlichen Räte und ihre Organe, durch die Betriebe und Einrichtungen der Wasserwirtschaft und durch die Nutzung und Einleiter selbst. Diese Aufgabe ist bislang recht differenziert bewältigt worden,- noch nicht alle Reserven sind erschlossen.

Aus den vom Minister für Umweltschutz und Wasserwirtschaft zur Einführung der neuen Entgelte und Preise getroffenen Festlegungen wird hier deshalb noch auf die wichtigsten Maßnahmen hingewiesen:

- Von besonderer Bedeutung ist, daß das volkswirtschaftliche Abliegen der neuen Entgelte und Preise und ihre prinzipielle Bedeutung für die langfristige stabile Wasserversorgung bei allen Beteiligten deutlich wird. Deshalb sind hohe Sachkunde der eingesetzten Mitarbeiter, gezielte Informationen und gründliche Erläuterungen, regelmäßige Analysen der Ergebnisse besonders wichtig.
- Für die Durchsetzung der neuen Regelungen sind klare Aufgabenstellungen nötig. Die anteiligen Aufgaben zur Senkung des absoluten und spezifischen Wasserbedarfs, zur Senkung des Wasserverbrauchs, zur Reduzierung der Abwasserlast und zur Wertstoffrückgewinnung sind aus der Direktive zur rationellen Wasserverwendung und aus den Aufgabenstellungen zum jeweiligen Volkswirtschaftsplan abzuleiten.
- Mit der Einführung der Entgelte und Preise ist das gemeinsame Handeln der Wassernutzer und der Wasserwirtschaft für das jeweilige Planjahr und für die langfristige Entwicklung festzulegen. Deshalb sind Ergänzungen oder Neufassungen der Genehmigung zur Gewässernutzung bzw. der Wasserlieferungs- und Abwassereinleitungsverträge nicht formal durch das Einfügen der neuen Entgelte und Preise vorzunehmen. Vielmehr sind Maßnahmen zur Durchsetzung der rationellen Wasserverwendung verbindlich zu vereinbaren.

Mit den im Wassergesetz und seinen Durchführungsverordnungen festgelegten ökonomischen Regelungen und den neuen Entgelten und Preisen verfügt die Volkswirtschaft der DDR über moderne Formen zur ökonomischen Stimulierung. Sie sind einerseits darauf gerichtet, die Bedingungen für eine langfristige stabile Wasserversorgung zu erhalten und zu verbessern und andererseits das Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen bei dieser Aufgabenstellung ständig zu qualifizieren.

Biogas aus kleinen Anlagen

Doz. Dr.-Ing. Gottfried VOIGTLÄNDER, KDT;
Dipl.-Ing. Cornelia FISCHER, KDT
Beitrag aus der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar

Biogas ist mit einem Heizwert von 21 bis 24 MJ/m³ eine hochwertige Anfallenergie, deren Nutzung besonders im Zusammenhang mit der veränderten Energiesituation und der darauf basierenden Neuordnung der Wertmaßstäbe an Bedeutung gewinnt. Zur Relativierung wird jedoch festgestellt, daß der mögliche Energiezuwachs aus Biogas, bezogen auf den Energiebedarf, keine volkswirtschaftlich relevante Größenordnung erreicht. In kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen (ABA) können nach /1/ 6,7 W/E Energie aus Biogas, davon 2 W/E Elektroenergie, gewonnen werden, weil die Umwandlung des Biogases mit einem Gasmotor bzw. -generator zu anteilmäßig rund 30 % mechanischer oder elektrischer und 50 % Wärmeenergie führt. Diese Menge entspricht bezüglich des Elektroenergiebedarfs der DDR im Jahr 1981 von etwa 12 GW /2/ einem Anteil von 0,03 %, der sich auch dann nicht spürbar erhöhen wird, wenn weitere Quellen der Biogaserzeugung, z. B. anaerobe Fermentation von Gülle /3/, Erschließung von Mülldeponien /4/, Inbetriebnahme, Komplettierung, Rekonstruktion und Neubau weiterer Faulbehälter in ABA, der Nutzung zugeführt werden.

Dennoch stellt das Biogas eine alternative Energiequelle dar, deren Gewinnung und Verwertung national /5/ und international /6/ unter Beachtung der geltenden ökonomischen Randbedingungen empfohlen wird. Als besonders geeignet erscheinen Anwendungsgebiete, die die Deckung des Eigenenergiebedarfs der Biogasanlagen und des Energiebedarfs der Produktionsstätten, in deren unmittelbarer Nähe Biogas gewonnen wird, beinhalten (Inselbetrieb).

Die Gewinnung und Nutzung des Biogases wird seit Beginn dieses Jahrhunderts in ABA praktiziert. Bis 1934 entstanden beispielsweise in Deutschland 48 Anlagen mit Gasgewinnung, davon 11 mit Gaskraftanlagen. /7/ Einen Überblick dazu gibt Tafel 1.
Mitte der 50er Jahre existierten in der DDR großtechnische Versuchsanlagen zur Erzeugung von Faulgas, z. B. auf der Basis von Rinder- und Schweinegülle (Grundorf, Bornim, Dresden, Freienbessingen). Die Forschungen auf diesem Gebiet wurden in den letzten Jahren verstärkt. /8, 9, 10, 11/ Gegenwärtig sind im internationalen Maßstab Tendenzen erkennbar, neben großen auch kleine Anlagen zu konzipieren bzw. vorhandene Kapazitäten zu nutzen, um das entstehende Biogas zu gewinnen, vorwiegend in Wärmeenergie umzuwandeln und zu verwerten.

Kleine Biogasanlagen einfacher Bauart haben vor allem im asiatischen Raum Tradition. Die erste Gasgewinnungsanlage /7/ entstand 1857 in einer Leprastation Bombays. Rund 70 000 Anlagen arbeiten z. Z. in Indien und rund 7 Mill. Anlagen in China. Des weiteren werden derartige Anlagen u. a. in Taiwan, Thailand, Nepal, Bangladesh, auf den Philippinen, in Kenia, Tansania und Botswana betrieben. /11/ Typische Beispiele für konstruktive Gestaltung, Nutzertechnologien und mögliche Größenordnungen der Gasausbeute solcher Anlagen sind aus den Bildern 1–13 erkennbar.

Der Prozeß der Biogasentwicklung beruht auf der Lebenstätigkeit saprophytischer Bakterien. Dabei werden vorwiegend folgende Einflußgrößen auf die biochemischen Umwandlungsprozesse wirksam:

- Temperatur
- Druck
- Nährstoffversorgung (N/C-Verhältnis, organische Belastung, Belastungsverhältnis, Raumbelastung)
- Feststoffgehalt
- Impfung
- Säuregehalt, *p*H-Wert, Puffervermögen
- Zugabe bzw. Vorhandensein bestimmter Substanzen zum bzw. im Substrat (Schwermetallionen, Humusstoffe, Aktivkohle usw.).

Diese Einflußgrößen können besonders bei großen Anlagen im Sinne der Steigerung der Gasausbeute gesteuert werden, während das bei kleinen Anlagen in geringerem Maße möglich ist. Entscheidend für die Biogasausbeute ist die Temperatur. Zur Gewährleistung optimaler Reaktionstemperaturen (33 °C bzw. 55 °C) unter mitteleuropäischen Klimaverhältnissen wird es erforderlich, mindestens 50 % des gewinnbaren Biogases zur Aufrechterhaltung dieser Temperaturregime einzusetzen. In Tafel 2 sind die temperaturabhängige Gasproduktion sowie die darauf bezogenen überschläglich ermittelten Investitionsaufwendungen von offenen (10 °C) und geschlossenen (33 °C und 55 °C) Faulbehältern zusammengefaßt.

Beim Vergleich zwischen verfügbarem Biogas und Investitionsaufwand offener und geschlossener Faulbehälter erscheinen Überlegungen lohnend, die die Biogasgewinnung aus offenen Faulbehältern anstreben. Eine solche Aufgabenstellung wird wissenschaftlich und ökonomisch interessant, wenn es gelingt,

– das Biogas auf offenen Faulbehältern mit relativ geringen zusätzlichen Aufwendungen zu erschließen (ein diesbezüglicher Vorschlag bleibt einer späteren Veröffentlichung vorbehalten),

Tafel 1 Zusammenhang zwischen Biogasproduktion und Aufwendungen für Faulbehälter

		Temperaturbereich		
		cryophil	mesophil	thermophil
Biogasanfall	(l/E)	5–15	17–28	20–30
Eigenenergiebedarf	(l/E)	–	9–15	10–20
verfügbares Biogas	(l/E)	5–15	8–13	10
Reaktionsvolumen	(m^3/E)	0,215	0,040	0,017
Investkosten	(M/m^3)	80	600	900
Investaufwand	(M/E)	17,20 x	24,00 xx	15,30 xx

x) ohne Überdachung und Ausrüstung zur Biogasgewinnung
xx) ohne Ausrüstungen für Wärme- und Dampferzeugung bzw. -zuführung

– geeignete Anwendungsgebiete für relativ kleine Biogasmengen innerhalb von ABA unter Beachtung der Gesamtökonomie auszuweisen (ein solches Anwendungsgebiet kann die Umwandlung des Biogases in Wärmeenergie sein, wobei diese zur Prozeßintensivierung der Abwasser- und Schlammbehandlungsprozesse genutzt wird /1/,
– Speicheranlagen für die kontinuierliche Nutzung des Biogases mit relativ niedrigen Aufwendungen zu entwickeln (einen Überblick von Varianten der Biogasspeicherung nach Speichertyp und Speichercharakteristik geben die Bilder 14–21).
Ein wichtiges Argument für das Verfolgen dieser Problematik ist das Verhältnis der Reaktionsvolumina (in m^3) zwischen offenen und geschlossenen Faulbehältern, das sich in der DDR 1970 zu etwa 7:1 bis 10:1 ergab und derzeit in einem ausgewählten VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung etwa 10:1 beträgt.

Literatur

/1/ Intensivierung der Abwasser- und Schlammbehandlungsprozesse durch Nutzung des Eigenenergiepotentials der Abwässer. – *Voigtländer, G.; Zemlin, R.* – In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. – Berlin **33** (1983) 2, S. 54–57
/2/ Statistisches Jahrbuch 1982 der DDR – Berlin, 1982
/3/ Biogas/Vorträge der Arbeitskonferenz „Biogas" der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR und der Akademie der Wissenschaften der DDR am 2. und 3. Juli 1981 in Eberswalde, 1982, – 200 S.
/4/ Deponiegasnutzung in den USA – Eindrücke und Erfahrungen einer Informationsreise. – *Stegmann; Franzius; Ham.* – In: Müll und Abfall. – Berlin, Bielefeld, München **14** (1982) 1, S. 13–22
/5/ Erhöhung der Biogasproduktion und Sicherung einer effektiven Verwertung des Biogases in der Wasserwirtschaft. – *Barthlmé, B.* – In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. Berlin **33** (1983) 7, S. 219

(Fortsetzung der Literaturhinweise auf Seite 120)

Bilder 1 bis 13: Unbeheizte Biogasanlagen nach /19/

(BW – Bauweise, NT – Nutzertechnologie/ Betrieb – SA – spezielle Angaben, LQ – Literaturquelle)

Bild 1
Einfache Zweikammer-Biogasanlage (Philippinen)
BW – gemauerte Grube mit einfacher Abdeckung
NT – Biogasgewinnung aus Flüssigmist
– Hauptfaulraum und Absetzraum mit Nachgärung
● ohne Heizung
● keine gleichmäßige Durchmischung
SA – kein hoher Ausfaulungsgrad (keine gleichmäßige Durchmischung u. Steuerung der Raumbelastung u. Verweilzeit)
– hohe Aufwendungen zur Beseitigung der Schwimmdecke und des Sediments
LQ – /12/

Bild 2
Horizontaler Faulbehälter mit einfachem Rührwerk
BW – zylindrischer Behälter in Stahl- oder glasfaserverstärktem Kunststoff
NT – Biogasgewinnung aus Flüssigmist, Substrat fließt in Längsrichtung durch d. Faulraum
– Einbau einfacher Rührwerke möglich
LQ – /12/

Bild 3
Plug-Flow-Digester (USA)
a Gärraum
b Wasserboiler
c Heißwassereintrag
d schwimmende Schaumstoffblöcke
e flexible Gashaube
BW – Erdbauweise geneigte Sohle, schwimmende Kunststoffhaube als Abdeckung
NT – Biogasgewinnung aus Flüssigmist nach d. Gärkanalprinzip
SA – niedrige Investitionskosten
– Prozeßstabilität
– erhöhte Umsatzraten durch Zusätze
● Koks *(Morgan)*
● Asbest *(Speece* u. *Mc Carty)*
● Kohle + Flugasche *(Spences)*
● Aktivkohle *(Mc Conville* u. *Maier)*
LQ – /12/

Bild 4
Tube – Digester (Ostasien)
BW – Plastik-Sack-Konstruktion, dichte, mit Gewebeeinlagen verstärkte blasenförmige Gummi- oder Kunststoffhülle, eingelassen in kalottenförmiger Erdgrube oder ebenerdige zylindrische Einfassung
NT – Biogasgewinnung aus Flüssigmist
SA – Eigenbau nicht möglich
– schlechte Wärmeisolierung (besonders im Winter)
– keine Möglichkeit zur Durchmischung
– kurze Bauzeit
LQ – /12/

Bild 5
Gärkanal:
System „Darmstadt" (z. B. ČSSR)
a Gärraum, b Rührwerk, c Schlammspeicher, d Gasspeicher, e Feststoffgreifer
BW – quadratischer oder rechteckiger Querschnitt, Beton
SA – geringe Gasleistung durch Zerstörung der Schwimmdecke mit mechanischem Rührwerk
LQ – /12/

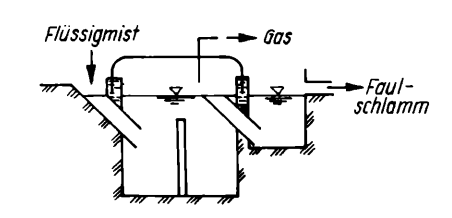


Bild 1

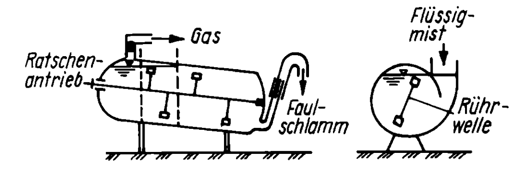


Bild 2

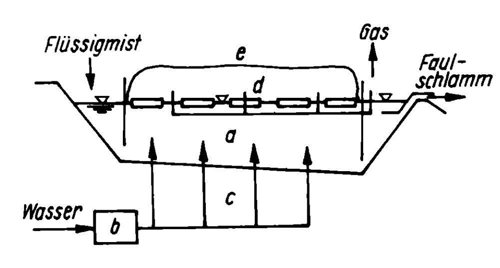


Bild 3

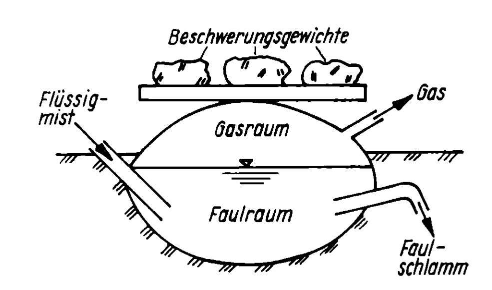


Bild 4

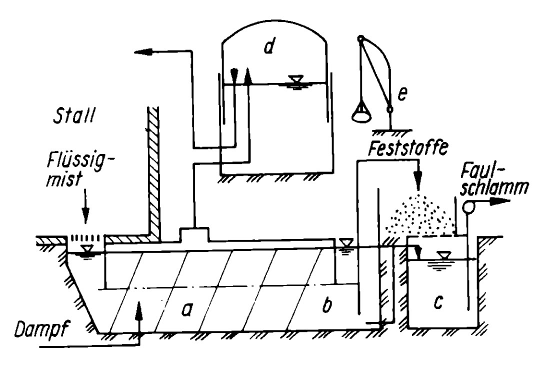


Bild 5

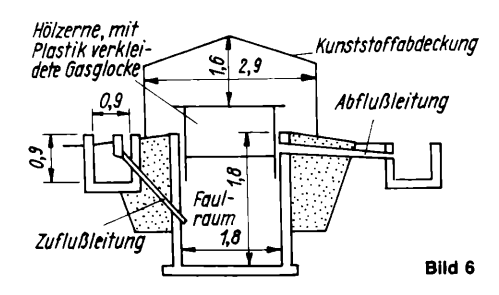


Bild 6

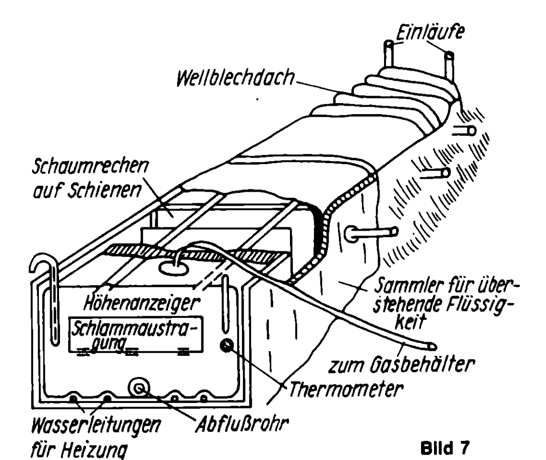


Bild 7

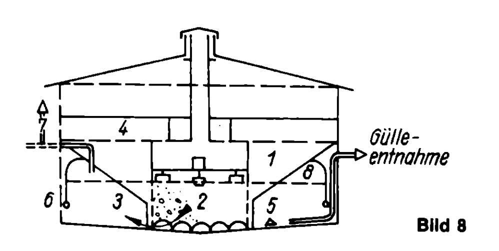


Bild 8

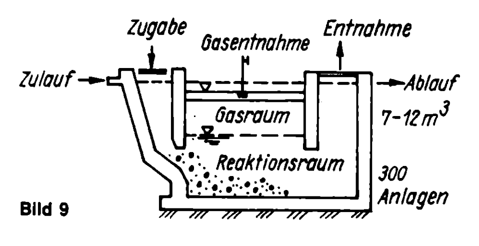


Bild 9

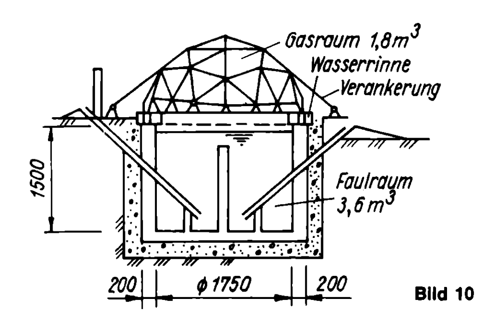


Bild 10



Bild 6
Biogasanlage mit schwimmender Gasglocke (Asien)
BW – Mauerwerk
– Holz mit Plastik verkleidet
– Kunststoffabdeckung
LQ – /12/

Bild 7
Horizontale Biogasanlage nach *Fry* – gestaffelter Betrieb (USA)
BW – Wellblechdach
NT – Biogasgewinnung
- regelmäßige Nachfüllung an einem Ende
- zersetzter Abfall verschiebt sich zum entgegengesetzten Ende

LQ – /13/

Bild 8
Biogasanlage unter Roxidationsstall „Kaltanlage" (Schweiz) – Speicheranlage
1 Kunststofftextilmembran
2 aerober Raum
3 anaerober Raum
4 Vollspaltenboden
5 Tauchrührwerk
6 Gasometermembran
7 Überdruckventil in Gasleitungen
8 Gasraum
BW – Umrüsten von Güllebecken unter Spaltböden von Rinderställen, Einziehen von Zwischendecken in fester oder flexibler Bauweise, runde, zylindrische Güllebecken Durchmesser: 14 m, Tiefe: 3 m bis 4 m, Kunststofftextilmembran unterteilt den Raum in aeroben und anaeroben Bereich
NT – fortlaufende aerobe Stabilisierung der Gülle
– Biogasgewinnung u. -speicherung, druckloses Gasauffangen, Absaugen mit Gebläse
SA – anaerober Raum kann mit Methanbakterien geimpft werden, bei ausreichender Verweilzeit Selbstaufbau der Bakterienkultur
– ganzjährig 20 °C
– Wärmerückgewinnungsanlage
LQ – /13/, /14/

Bild 9
Biogasanlage (China 1980)
Gesamtspeicherinhalt: 1,2 Mrd. m³
BW – Stahlbeton, Mauerwerk
NT – Biogasgewinnung aus Abwasser (Haushalt, Schweinehaltung) zur ländlichen Energieversorgung (Heizung, Beleuchtung)
- ohne Heizung
- ohne Umwälzung
- integrierte Gasspeicher

– evtl. Heizsysteme
– Umwälzsysteme
– getrennte Gasbehälter
LQ – /18/

Bild 10
Biogasanlage (Indien 1977)
BW – Holzstabnetzwerk
– Folie
– Mauerwerk
NT – Biogasgewinnung aus Wasserpflanzen und Algen sowie Kuhdung (Wasserzusatz im Verhältnis 1:1), 4 Kühe, 2 m³ Gasanfall ausreichend für Heiz- und Leuchtgasbedarf von 4 Personen
LQ – /18/

Bild 11
Biogasdomanlage (Asien) nach *Nyns* 1979
BW – gemauerte Wände und Boden, wasserdichter Zementputz
NT – Biogasgewinnung aus Küchenabfällen, Stroh, Laub

Bild 12
Indische GOBAR-Anlage
BW – gemauerte Wände, Bodenplatte gemauert oder betoniert
– Stahlgasglocke
– flexible Gasleitung aus Kunststoff oder Gummi
NT – Anwendung der klassischen Biogastechnologie mit einfachen Mitteln und hohem Anteil manueller Arbeit
– Zerstören der Schwimmdecke durch Drehen der Gasglocke
SA – geringe Raum-Zeit-Ausbeuten
– bei subtropischem Klima mesophiler Bereich ohne Hilfsenergie erreichbar
– geringe Kapazität
LQ – /15/

Bild 13
Membranfaulanlage (MFA)
BW – Faulturm in pyramiden- oder kegelstumpfförmigem Erdbecken (Betonsohle, 45° geneigte Wände) aus hochfestem kunststoffbeschichtetem Gewebe
– Membran im oberen Teil d. Beckens zwischen Beckenwänden u. zentralem Dom befestigt, trennt Faulraum von darüber gelegenem Ballastwasserbecken
– Stahldom stützt sich auf Betonsohle ab (= Faulgassammler), Ballastwasserdecke mit schwimmender Wärmeisolierung (Beheizung im Winter vorteilhaft)
NT – 1. Füllen des Faulraumes mit Abwasser bis an den Membranrand
– 2. gleichzeitiges Füllen von Faulraum und Ballastwasserbecken bis zum Dom, Membran bleibt spannungsfrei
– 3. Füllen Ballastwasserbecken bis zum Überlauf (Entleerung in umgekehrter Folge)
SA – geringe Baukosten
– höhere Korrosionsbeständigkeit
– Herabsetzung der Explosionsgefährdung
– unauffällige, landschaftsfügsame Silhouette
– geringe Empfindlichkeit gegen toxische Belastungsstöße bei niedrigen Faulraumtemperaturen
LQ – /16/

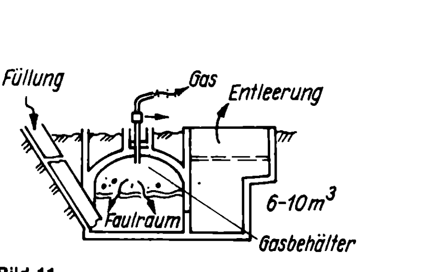


Bild 11

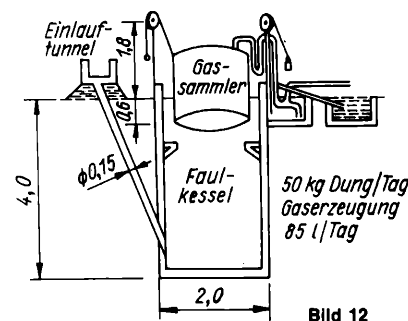


Bild 12

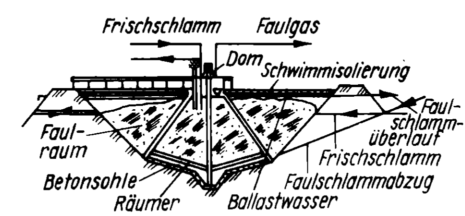


Bild 13

Bilder 14 bis 21: Varianten für die Speicherung von Biogas nach /19/

Bild 14
Hochdruckspeicher
- Kugelform (spannungsgünstig)
- Betriebsdruck: 8–10 bar, bis 18 bar möglich)
- Freigasvolumen: 10 000–100 000 m³
- Kleinbehälter von 10–20 m³, relativ geringe Abmessung bei hohem Fassungsvermögen, keine beweglichen Teile, Verdichter erforderlich
- Forderung: Absaugen des Biogases durch Verdichter
- Druckminderung für Verbrauch als Brennstoff auf 10–50 mbar
- hohe Sicherheitsauflagen (Druckbehälter)
- Rohrbündelspeicher mit Speicherinhalt 100 000 m³
- /12/

Bild 15
Niederdruck-Naßspeicher als Glockengasspeicher
- Nenninhalt: 500–300 000 m³
- 1 500 m³ i. d. R. einhübig, 1 500 m³ mehrhübig
- stabiles Becken als Unterteil (Stahlbeton/Stahl)
- Gefahr des Einfrierens im Winter, Heizung nötig
- Betriebsdruck: 50 mbar
- geringe Randgasverluste
- zusätzliche Pflege und Kontrolle notwendig
- Fertigungs- und Montagekosten steigen bei kleinerem Fassungsvermögen
- höhere Stahlmenge/m³ Speicherraum bei kleineren Behältern
- /12/

Bild 16
Niederdruck-Trockenspeicher
- Scheiben-Gasbehälter oder Stulpmembranbehälter
- konstanter Druck (durch Stulpmembran, zur Wand abgedichtete Scheibe)
- Nenninhalt: 200–300 000 m³
- Fertigung ab 50 m³
- Betriebsdruck: 20–50 mbar
- kein massives Fundament nötig
- Bodenabdichung durch Folie
- 20 % billiger als Naßspeicher
- keine Heizung erforderlich
- /12/

Bild 17
Niederdruck-Kissenspeicher
- gasdichtes Kissen als Gasspeicher
- parallel geführtes Gewicht erzeugt konstanten Vordruck
- mittelfeste Fundamentplatten erforderlich
- Schutzhaus um Kissenspeicher
- /12/

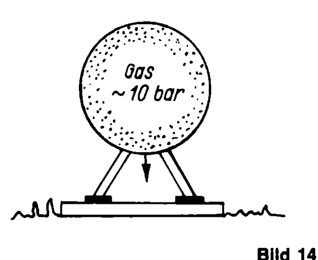


Bild 14

Bild 18
Niederdruck-Gasspeicherballon Falt-tanks (0,5–100 m³)
- einfacher Zylinder- oder kugelförmiger Ballon aus beschichtetem Kunststoffgewebe
- Betriebsdruck 20 mbar, nach Bedarf steigbar
- 5–300 m³ bereits serienmäßig gefertigt
- Forderung: Ballons mit Verankerung versehen, geschützt unterbringen
- mit zunehmender Größe bleibt Preis/kg verarbeitetes Material konstant
- Vorrichtung zur Einhaltung eines konstanten Druckes über den ganzen Füllungsgrad nötig
- /12/

Bild 19
Biogasspeichersack
- Fassungsvermögen 200 m³
- Gasspeichersack aus doppelt gummiertem Baumwollgewebe
- Gassack mittels Dachkonstruktion mit Führungsrollen geführt, durch Gewichte auf der Dachkonstruktion belastet
- Druck: 10 mbar
- Haltbarkeit ohne Pflegemaßnahmen: 6 Jahre
- /17/

Bild 20
Gasdichte Folienglocke über Gärbehälter /15/, Sinken ohne Gas und bei Leerfahrten auf den Mist, Regenlastfall wird kritisch (Sammlung einiger dt Wasser bei Regenguß, Traglufthallen bis zu 3 mbar sturmfest gehalten, Kosten: 30–85 DM/m²
- /12/

Bild 21
Schutzhaube mit gespannter Folie /15/ bisherige Verwendung als Geruchsabdeckung bei Gülle- und Klärbecken, Krümmung in zwei Richtungen, Folie völlig flatter- und geräuschfrei, Tragkonstruktion liegt außen, Schutz vor Innenmedien, bis zu 5 bar dicht, keine Schwierigkeiten, auch nicht bei zusätzlicher Wärmedämmung (Doppelfolie als Wärmedämmung), Kosten: 110–120 DM/m²
- /12/

Bild 15

Bild 16

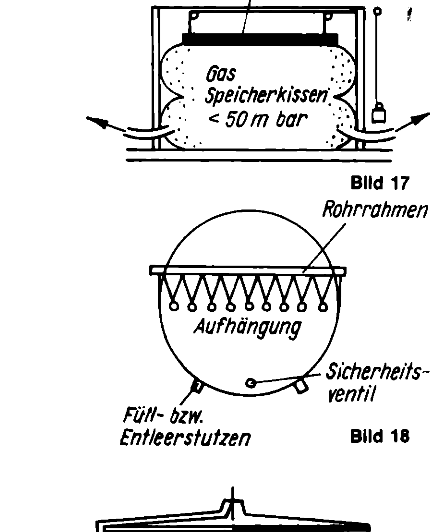


Bild 17

Bild 18

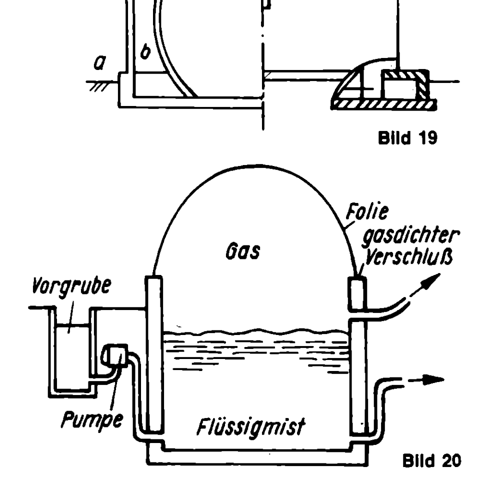


Bild 19

Bild 20

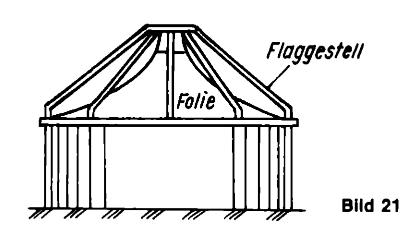
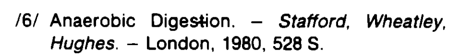


Bild 21



/6/ Anaerobic Digestion. – *Stafford, Wheatley, Hughes.* – London, 1980, 528 S.
/7/ Stadtentwässerung in Deutschland. – *Brix, Imhoff, Weldert,* – Jena, 1934. – 600 S.
/8/ Biogas – seine Aussichten in der DDR. – *Engshuber; Biet* – In: Energietechnik. – Leipzig (1980) 12, S. 466
/9/ Herstellung von Biogas aus Gülle. – *Briesovsky, I.; Neumann, W.* – In: Agrartechnik. – Berlin **32** (1982) 12, S. 527–528
/10/ Zur Kinetik der anaeroben Fermentation von Mischgülle im mesophilen Bereich. – *Neumann, W.; Rückauf, H.; Breitschuh, G.* – In: Agrartechnik. – Berlin **32** (1982) 12, S. 529–530
/11/ Zu einigen Fragen der Biogasanwendung. – *Biet, J.; Zschoke, K.* – In: Agrartechnik. – **32** (1982) 12, S. 531–534
/12/ Biogas in Theorie und Praxis, Behandlung organischer Reststoffe aus der Landwirtschaft durch Methangärung. – *Dohne; Brenndörfer; Baader.* – Münster, 1978 – 134 S.
/13/ Biogasanlagen. Die Gewinnung von Methan. – *Meynell.* – München, 1980
/14/ Der Roxi-Biogas-Stall. – *Frick, A.*: Berichtsband zum Biogas-Statusseminar Graz, 6.–7. Mai 1982. Technische Universität, Institut für Biotechnologie sowie Forschungszentrum, Mikrobiologie und Abfalltechnologie sowie Forschungszentrum, Institut für Umweltforschung, 1982. – 468 S.
/15/ Biogas. Handbuch zur Durchführung von Biogasprogrammen. – 1979 – 107 S.
/16/ Membran-Faulanlagen. – *Laucke,* – In: Kommunalwirtschaft. – Düsseldorf (1974) 9, S. 327–329
/17/ Untersuchung zur wirtschaftlichen Speicherung von Biogas. – *Neuling.* – In: Deutsche Agrartechnik. – Berlin **6** (1956) 2, S. 64–66
/18/ Weltstandsanalyse der bautechnischen Lösungen für geschlossene Bioreaktoren/Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar, WB Versorgungsanlagen und VEB Projektierung Wasserwirtschaft, BT Erfurt, *Kühn, S.*, 1982 – 172 S.
/19/ Biogasgewinnung aus offenen Schlammfaulräumen. – *Fischer, C.* – 1983, 205 S., Weimar, Hochschule für Architektur und Bauwesen. Fakultät Architektur/Bauingenieurwissenschaften, Dipl.-Arbeit



Kollektiv Energieträgerumstellung ausgezeichnet mit dem Orden „Banner der Arbeit", Stufe II

Dem Kollektiv gehören an:
Günter Ullrich, Jochen Scharfe, Heinz Wagner, Klaus Holzapfel, Walter Weber, Matthias Möckel, Lothar Töppich, Gerhard Klement, Rainer Thämelt, Michael Petters (alle VEB Wasseraufbereitungsanlagen Dresden) –
Monika Otto (VEB Projektierung Wasserwirtschaft, Betriebsteil Erfurt) –
Helmut Höhne, Detlef Lafeld (VEB Abwassertechnik Eisleben) –
Bernd Beissert, Rainer Grunow (VEB Wasserbehandlungsanlagen Berlin) –
Horst Raatz (VEB Wassertechnik Berlin).

Heute stellen wir jenes Kollektiv vor, das den Auftrag, 117 Heizkraftwerke unserer Republik vom Heizölbetrieb auf den Einsatz von Braunkohle umzustellen, mit Bravour gelöst hat.

Welche ökonomischen Überlegungen verbergen sich hinter diesem anspruchsvollen und dringenden Vorhaben? Erdöl ist weltweit zu einem äußerst kostbaren Rohstoff geworden. Der Preis auf dem Weltmarkt kletterte seit 1970 auf schwindelnde Höhen. Aber auch das flüssige schwarze Gold, das wir zu weitaus günstigeren Preisen aus der UdSSR beziehen, verlangt immense Aufwendungen für den Bau gigantischer Pipelines. Deshalb können wir nicht unbegrenzt aus diesen Quellen schöpfen. Grund genug, fortan aus jeder Tonne Erdöl das Beste zu machen. Zum Erzeugen von Wärme ist es in dieser Situation jedenfalls zu schade. Es bestand also objektiv der Zwang, vernünftigere Varianten der Erdölverwertung zu sichern. Dem Halleschen Kombinat wurde im Rahmen dieser Überlegungen die Aufgabe zuteil, Heizkraftwerke von der Insel Rügen bis ins Erzgebirge so umzurüsten, daß sie nicht mehr tonnenweise Heizöl schlucken, sondern auch Wärme und Heißwasser liefern, wenn man sie mit einheimischer Kohle füttert. Und zwar nicht irgendwann, sondern binnen eines Jahres!

Als Ende 1982 die Aufgabenstellung im Kombinat bekannt wurde, atmeten viele erst einmal tief durch; denn es war ein Ziel ungewohnter Dimension. Besagen doch einschlägige Erfahrungswerte, daß mindestens zwei Jahre vor der Realisierung eines solchen Vorhabens die Projektierung erfolgen muß. Wer aber wollte solchen Zeitverlust verantworten!

Auch hier waren die Schrittmacher des Kombinats vorn. Immer wieder war da von hoher Verantwortung gegenüber der Volkswirtschaft die Rede, von einer außergewöhnlichen Bewährungsprobe für das Kombinat und auch davon, daß einige dieser Heizkraftwerke bis zu 30 Tonnen Heizöl am Tage verbrauchen, wo doch jeder weiß, wie knapp der Kraftstoff für unsere Fahrzeuge geworden ist.

„Machen wir uns ans Werk!" sagten die Aktivsten. Und so geschah es. Eins war jedoch Fakt:

Der VEB Wasseraufbereitungsanlagen Dresden, Spezialist für Bau und Montage entsprechender Ausrüstungen und Anlagen im Kombinat, hätte bei dieser Aufgabe allein auf verlorenem Posten gestanden. Also organisierte man mit der Kraft der gesellschaftlichen und staatlichen Leitungen die Kooperation über Betriebsgrenzen hinweg. Mitarbeiter des VEB Prowa wurden in Schnellehrgängen mit der für sie neuen Materie, dem Projektieren solcher Spezialanlagen, vertraut gemacht. In den VEB Abwassertechnik Eisleben, Wassertechnik Berlin und Wasserbehandlungsanlagen Berlin setzten fieberhafte Vorbereitungen ein. Die im Behälterbau erfahrenen Dresdener halfen beim Beschaffen von Material, stellten kurzfristig Dokumente, Zeichnungen und Technologien bereit. Versierte Schweißer aus Elbflorenz standen Pate, als die „Neulinge" die ersten Rundnähte zogen. Die Eislebener trieben im Mansfeld-Kombinat Manipulator und Rollendrehbahnen auf und setzten ein unvollständiges UP-Schweißgerät in Gang. Die Berliner Wassertechniker gestalteten Arbeitsplätze um, verlegten ihre normale Produktion in eine andere Halle.

Fast alles war dem Bau der zigarrenförmigen Behälter untergeordnet. Die Projektanten inspizierten die umzurüstenden Heizwerke, studierten die Objektunterlagen, um den Aufwand durch Wiederverwendung bereits vorhandener Baugruppen zu reduzieren. Durch umfassenden Einsatz von Typenprojekten gelang es, den durchschnittlichen Aufwand je Projekt von 1 500 h auf nur 700 h zu reduzieren.

Monteure zogen von Baustelle zu Baustelle, um die neuen Aggregate fachgerecht anzuschließen. Bei allen Beteiligten – egal, ob sie am Reißbrett oder an der Werkbank standen – war eine mitreißende Atmosphäre sozialistischer Gemeinschaftsarbeit spürbar Was viele zunächst nicht für möglich gehalten hatten, wurde wahr.

In ganzen 14 Monaten gelang es, die Energieträgerumstellung zu sichern. Für diese beispielhafte Leistung wurde ein Kollektiv besonders verdienstvoller Werktätiger mit dem Orden „Banner der Arbeit" Stufe II, geehrt.

Herzlichen Glückwunsch! *F. Z.*



Gesetz und Recht

Liegt das Erheben von Abwassergeld im Ermessen der Staatlichen Gewässeraufsicht?

Das sozialistische Recht ist Instrument der Arbeiterklasse zur Verwirklichung ihrer politischen, ökonomischen und sozialen Ziele und Aufgaben. Die in den Rechtsnormen formulierten Verhaltensanforderungen verleihen objektiven ökonomischen Gesetzen Ausdruck und sind auf deren Durchsetzen gerichtet. Bereits Lenin lehrte, daß auf jede Rechtspflichtverletzung mit den rechtlich vorgesehenen Verantwortlichkeitsmaßnahmen und Sanktionen zu reagieren ist. Auf die Notwendigkeit der Durchsetzung des Rechts durch den Staat und seine Organe wurde auf dem X. Parteitag der SED erneut besonders hingewiesen. /1/

Auch der Rechtsbeschluß fordert, allen Erscheinungen einer liberalen Einstellung gegenüber rechtlichen Pflichten oder der Mißachtung von Rechtsvorschriften entschieden entgegenzutreten. /2/

Diese skizzierten rechtspolitischen und rechtstheoretischen Grundsätze gelten uneingeschränkt für die Gewährleistung der Rechtsvorschriften zum Schutz und zur Reinhaltung der Gewässer. Die den staatlichen Organen dazu übertragenen Befugnisse sind in Wahrnehmung der übertragenen Verantwortung entsprechend auszuüben. Denn: „Es steht nicht im Belieben des staatlichen Organs, welchen Gebrauch es von seinen Befugnissen macht; vielmehr ist das staatliche Organ verpflichtet, von seinen Befugnissen Gebrauch zu machen, um seiner Verantwortung gerecht zu werden. /3/

Dieser Grundsatz gilt vollauf für die Tätigkeit der Staatlichen Gewässeraufsicht (SGA). Sie ist als Staatsorgan verpflichtet, die Einhaltung wasserrechtlicher Vorschriften zu kontrollieren und notwendige Entscheidungen und Maßnahmen zur Durchsetzung der Rechtspflichten im Rahmen ihrer Befugnisse zu treffen (§ 5 Abs. 1 WG, §§ 4 ff. der 1 DVO zum WG). Dazu gehört als staatliche Reaktion auf entsprechende Rechtspflichtverletzungen, Abwassergeld zu berechnen (§ 43 WG, §§ 1 ff., der 2. DVO zum WG).

Der § 43 WG stellt eine Rahmenregelung dar Er ermächtigt die SGA, auf der Grundlage spezieller Rechtsvorschriften bei rechtswidrigem Verhalten finanzielle Sanktionen zu erheben. Derartige Sanktionen sind für die Verletzung der Pflichten bei der rationellen Wasserverwendung und zum Schutz der Gewässer vorgesehen.

Das Gesetz fordert zwei grundlegende Voraussetzungen:

– **Rechtspflichten müssen verletzt worden sein.** Derartige Rechtspflichten zum Schutz der Gewässer ergeben sich besonders aus §§ 14, 15, 17 und 23 ff. WG. Diese bestehen u. a. darin, Abwässer ordnungsgemäß zu behandeln, Abwässer nur im Rahmen der festgelegten Grenzwerte in Gewässer einzuleiten, alle erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen zu treffen, damit nachteilige Auswirkungen auf die Gewässer durch Abwässer und Wasserschadstoffe vermieden werden.

– **In Rechtsvorschriften muß die Anwendung finanzieller Sanktionen vorgesehen sein.** Die Rechtsgrundlage ist mit der 2. DVO zum WG gegeben. Nach § 1 Abs. 1 der 2. DVO zum WG ist Abwassergeld festzusetzen, wenn Verstöße gegen die Bestimmungen den § 17 Abs. 1 (ungenehmigte Einleitung von Abwasser), des § 27 Abs. 3 (Überschreitung der Grenzwerte der Abwasserinhaltsstoffe) oder § 24 (Einleitung oder Einbringung von festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffen in Gewässer oder Wasserversorgungsanlagen) festgestellt werden. Gesetzlich ist ausdrücklich festgelegt, daß die Erhebung für jeden Pflichtverstoß erfolgt.

Das Abwassergeld ist eine ökonomisch wirkende Sanktion strafenden Charakters, d. h., bei oben genannten Pflichtverletzungen muß mit eigenen ökonomischen Nachteilen gerechnet werden. Die Sanktion ist auf die ökonomische Stimulierung eines umweltgerechten Verhaltens, auf die Durchsetzung der Erfordernisse des Gewässerschutzes gerichtet. Sie dient zugleich der Realisierung einer hohen Grundfonds-, Energie- und Ressourcenökonomie sowie der Gewährleistung der damit verbundenen staatlichen Leitungsaufgaben.

Dem Abwassergeld als staatlicher Geldsanktion liegt ein objektiver Verantwortlichkeitsmaßstab zugrunde. Ein Befreien von der Verantwortlichkeit ist nur möglich, wenn der Rechtsverletzer nachweist, daß der Pflichtverstoß auch unter Ausschöpfung aller Möglichkeiten nicht abwendbar war Der eventuelle Erlaß des Abwassergeldes setzt – neben dem Nachweis der Nichtabwendbarkeit – außerdem die Zustimmung des Rates des Bezirkes voraus (§ 3 der 2. DVO zum WG).

Aus all dem geht also hervor, daß die Erhebung des Abwassergeldes nicht im Ermessen der SGA liegt. Die SGA ist vielmehr gehalten, im Rahmen der ihr übertragenen Befugnisse alle Rechtsverletzungen konsequent mit den dafür vorgesehenen und geeigneten rechtlichen Sanktionen zu ahnden. Ein Entscheidungsspielraum ist lediglich gegeben, wenn die gesetzlich fixierten sanktionserhöhenden Bedingungen eingetreten sind und doppeltes Abwassergeld berechnet werden soll (§ 2 Abs. 5 der 2. DVO zum WG).

Diese rechtspolitischen Prämissen und rechtlichen Regelungen sind uneingeschränkt und mit gleicher Konsequenz auch auf die Versorgungsträger anzuwenden. Diese sind Gewässernutzer im Sinne von § 17 Abs. 1 WG und haben die damit verbundenen wasserrechtlichen Pflichten gewissenhaft zu erfüllen. Sofern eine grenzwertüberschreitende oder ungenehmigte Abwassereinleitung aus öffentlichen Anlagen erfolgt, ist grundsätzlich der Versorgungsträger zur Zahlung des Abwassergeldes verpflichtet, und zwar unabhängig davon, ob eigenes Fehlverhalten oder ein rechtswidriges Verhalten der Bedarfsträger Ursache der Pflichtverletzung war Die Bedarfsträger sind nicht Gewässernutzer Eine Entlastungsmöglichkeit unter Hinweis auf die Verantwortlichkeit der Bedarfsträger besteht nicht. Gleiches gilt für die Mitbenutzung wasserwirtschaftlicher Anlagen. Hier wird das Abwassergeld jeweils vom Rechtsträger oder Eigentümer der Anlage, dem Gewässernutzer, erhoben (§ 1 Abs. 2 der 2. DVO zum WG). Das Einstehen für Dritte besteht in diesem Fall, weil eine durch eigene Möglichkeiten abwendbare Pflichtverletzung vorliegt. Das Feststellen dieses Dritten ist nicht Voraussetzung für die Verantwortlichkeit des Versorgungsträgers (Rechtsträgers, Eigentümers), sondern nur Vorbedingung für eine mögliche Regreßnahme. Der § 1 Abs. 2 der 2. DVO zum WG legt fest, daß das Abwassergeld dem Bedarfsträger oder Mitbenutzer weiterberechnet werden kann, falls dieser die Ursachen für den Pflichtverstoß und damit für die Berechnung des Abwassergeldes gesetzt hat. Dabei sei nochmals betont: Die Verpflichtung zur Zahlung des Abwassergeldes resultiert aus der Verletzung wasserrechtlicher Pflichten und besteht gegenüber dem sozialistischen Staat. Beteiligte an diesem Rechtsverhältnis sind die SGA und der rechtswidrig handelnde Gewässernutzer. Die Möglichkeit der Regreßnahme stützt sich auf das Verletzen vertraglicher Vereinbarungen und Festlegungen oder auf die rechtswidrige Nutzung öffentlicher Anlagen. Sie resultiert aus dem zwischen Versorgungsträger und Bedarfsträger bestehenden Wirtschafts- oder Zivilrechtsverhältnis. Den verschiedenen Formen der Verantwortlichkeit liegen demgemäß unterschiedliche Rechtsbeziehungen zugrunde. Der Regreßanspruch (Schadenersatzanspruch) des Versorgungsträgers folgt aus § 19 Abwassereinleitungsbedingungen (GBl. I 1978 Nr 29 S. 324) und den entsprechenden Bestimmungen des Vertragsgesetzes bzw. Zivilgesetzbuches. Er wird dann begründet, wenn die rechtswidrige Abwassereinleitung ausschließlich auf Pflichtverletzungen des Bedarfsträgers zurückzuführen ist und der Versorgungsträger keine Möglichkeit hatte, durch eigene Anstrengungen die ihm vorgegebenen Grenzwerte einzuhalten. Das in diesem Fall wegen Pflichtverletzungen des Bedarfsträgers zu zahlende Abwassergeld stellt dann für den Versorgungsträger einen Vermögensschaden dar, der prinzipiell ersatzfähig ist. In diesem Sinne liegen bereits Entscheidungen des Staatlichen Vertragsgerichts vor /4/ Im übrigen ist der Versorgungsträger berechtigt, bei vertragswidrigem Verhalten des Bedarfsträgers auf der Grundlage der Abwassereinleitungsbedingungen und des Vertragsgesetzes bzw. des Zivilgesetzbuches Preiszuschläge oder Vertragsstrafe zu fordern. Maßgeblich für das Gewährleisten wasserrechtlicher Pflichten sind jedoch vor allem ein optimaler und sorgfältiger Betrieb sowie die Kontrolle der öffentlichen Anlagen und nicht zuletzt eine straffe Leitung durch die Arbeit mit den Abwassereinleitungsverträgen.

Meißner/Zehrfeld

(Literatur liegt der Redaktion vor.)

ISSN 0043-0986	Wasserwirtschaft – Wassertechnik	Berlin	34 (1984) 5	S. 97–120